

Школа ИШНПТ
 Направление подготовки Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Кулачок»

УДК 621.83.05.002:658.512

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Лазутин Алексей Федорович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сорокова С.Н	К.ф-м.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Анисимова М.А			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н.В.	К.ф.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Л.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А	К.т.н		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
Общекультурные компетенции	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать

	самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Профессиональные компетенции	
P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного, ракетно-космического и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля

	качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Лазутин Алексей Федорович

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Кулачок»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. Д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. Д.).</i></p>	<p>Чертеж детали «Кулачок»; Тип производства: мелкосерийное.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж изделия. Технологические карты. Карты наладки. Чертеж приспособления.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая часть	Анисимова М.А
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Скачкова Л.А.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Анисимова М.А			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Лазутин Алексей Федорович		

Содержание

Введение	9
1 Технологическая подготовка производства. Основные положения	10
2 Проектирование технологического процесса изготовления детали	12
2.1 Анализ технологичности конструкции детали типа «Кулачок»	12
2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	14
2.3 Способ получения заготовки	15
2.4 Проектирование технологического маршрута	17
2.5 Проектирование технологических операций.....	18
2.6 Расчет припусков на обработку	21
2.7 Уточнение содержания переходов	26
2.8 Выбор средств технологического оснащения	27
2.9 Выбор и расчет режимов резания	32
2.10 Нормирование технологических переходов	38
2.11 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	40
2.12 Проектирование средств технологического оснащения	41
2.13 Размерный анализ технологического процесса	42
2.14 Техничко-экономические показатели технологического процесса.....	44
2.15 Проектирование гибкого производственного модуля	46
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	48
4 Социальная ответственность	69
Заключение	83
Список литературы	84
Приложение А. Комплект документов	86

Реферат

Выпускная квалификационная работа 124 страницы, 8 рисунков, 23 таблицы, 19 источников, 37 страниц альбомной документации.

Ключевые слова: кулачок, машиностроение, технологическая подготовка, инструмент, станок, ЧПУ, технологический процесс.

Объектом исследования является деталь типа «Кулачок».

Цель работы – разработка технологического процесса производства детали «Кулачок».

В процессе работы проведен анализ технологичности детали, выявлены его достоинства и недостатки. Также были проведены исследования и определено необходимое оборудование для производства данной детали. Рассчитаны и назначены припуски на механическую обработку, режимы обработки, были выбраны средства технологического оснащения, разработаны управляющие программы и карты наладки для станков с ЧПУ, сконструировано специальное приспособление, а также разработан гибкий производственный модуль.

Произведены расчеты экономической эффективности производства детали, решены вопросы о снижении влияния производства на окружающую среду.

Введение

Одной из крупнейших отраслей промышленности является машиностроение. Эта отрасль, занимающаяся производством машин, приборов, оборудования, является ключевой в индустриальном обществе, она определяет развитие технического прогресса на многие годы и оказывает большое влияние на экономическое положение страны. Важной задачей современного машиностроения является развитие ряда отраслей, таких как станкостроение, приборостроение, производство вычислительной техники, развитие электронной и электротехнической промышленности. Среди основных направлений развития машиностроения можно выделить:

- приоритетное развитие наукоемких отраслей, машиностроительного оборудования, автомобилестроения;
- увеличения количества машиностроительных производств на территории России (производство точных станков, нефтяного оборудования, автомобилей, бытовых приборов и т.д.);
- привлечение инвестиционных вложений, государственной поддержки предприятий.

Неотъемлемой частью машиностроения является технологическая подготовка производства, определяющая многие факторы в производстве изделий.

В данной работе главной целью является проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Кулачок». Для ее достижения следует провести технологичность конструкции детали, подобрать исходную заготовку, спроектировать технологический маршрут, рассчитать минимальные припуски на обработку, спроектировать технологические операции, а так же подобрать оборудование и режимы резания, разработать управляющие программы для станков с ЧПУ, спроектировать специальное приспособление и гибкую производственную систему.

1 Технологическая подготовка производства

Технологическая подготовка производства — совокупность процессов по обеспечению технологической готовности производства к выпуску спроектированного изделия, при соблюдении требований к срокам, качеству и объемам выпускаемой продукции, а также учитывая запланированные затраты.

Основной целью ТПП является проектирование технологического процесса, его технического обеспечения, используя за основу проект изделия. При этом необходимо прийти к тому, как необходимо изготавливать изделие, чтобы сбалансировать технико-экономические показатели деятельности предприятия, которое его выпускает. Это определяет нормативно-технические данные, необходимые для организации управления предприятием.

В целом весь процесс разработки ТПП предполагает:

- обследование и анализ существующей на предприятии системы технологической подготовки производства;
- разработку технического проекта системы технологической подготовки производства, в котором определяется назначение, и формируются требования, которым должны удовлетворять как система в целом, так и отдельные ее элементы;
- создание рабочего проекта, предусматривающего разработку информационных моделей решения задач, всего комплекса технологических процессов на основе типизации и стандартизации, документации по организации рабочих мест и участков основного и вспомогательного производства на основе типовых и стандартных технологических процессов.

ТПП тесно связана с конструкторской подготовкой. Вместе с ней она обеспечивает планомерное освоение новых технологий и модернизацию уже выпускаемых машин, а так же внедрение передовой техники. Технологическая подготовка включает комплекс работ по проектированию технологических процессов, технологической оснастки, выбор оборудования

с учетом 10 прогрессивной технологии и передовых методов организации производства и труда.

Одним из важнейших этапов разработки ТПП является технологический анализ. Технологичность конструкции изделия рассматривается как совокупность свойств изделия, определяющих его приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте.

2 Проектирование технологического процесса изготовления

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Под технологичностью конструкции понимают совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации, ремонте и утилизации по сравнению с соответствующими показателями однотипных конструкций изделий того же назначения, при обеспечении установленных значений показателей качества и принятых условиях изготовления, эксплуатации, ремонта и утилизации. Таким образом, конструкция технологична, если при принятом типе и организации производства, заданной программе, повторяемости выпуска и применяемых технологических процессах, она будет обладать наименьшей трудоемкостью и себестоимостью в процессе изготовления, удобной и надежной в эксплуатации, простой в ремонте, дешевой и экологически чистой при утилизации [1].

Таблица 1 – Химический состав Стали 40Х

Химический элемент	%
Содержание углерода С, %	0,36 - 0,44
Кремний (Si)	0,17 - 0,37
Марганец (Mn)	0,5 - 0,8
Никель (Ni), не более	0,3
Фосфор (P), не более	0,035
Хром (Cr)	0,8 - 1,1
Сера (S), не более	0,035

Сталь является многокомпонентным сплавом углерод и примесей, которые оказывают своё влияние на её свойства. С увеличением в стали

углерода возрастают твердость, пределы прочности и текучести и уменьшается относительное удлинение.

Кремний и марганец, улучшают свойства сталей. Кремний остающийся после раскисления, сильно повышает предел текучести. Это снижает способность стали к высадке и вытяжке.

Марганец, заметно повышает прочность, практически не снижая пластичности и резко уменьшая красноломкость стали, т.е хрупкость при высоких температурах, вызванную влиянием серы [2].

Сера является вредной примесью в стали. При нагревании стали до 1000 – 1200°C, нарушается связь между зернами металла, вследствие чего при деформации образуются надрывы и трещины. Сильно снижает механические свойства, а именно ударную вязкость, пластичность и предел выносливости.

Фосфор снижает пластичность, вызывает хладноломкость стали, обладает и положительным свойством при обработки резанием, отделением стружки.

Никель придает стали высокую коррозионную стойкость, пластичность, а также положительно влияет на коэффициент теплового расширения.

Хром увеличивает твердость и прочность стали, уменьшает пластичность [3].

С точки зрения технологичности детали (рисунок 1), можно оценить ее стороны.

Положительные:

- большое количество поверхностей имеют шероховатость поверхности Ra 3,2, которая достигается возможностями станков;
- большое количество размеров имеют 12-14 квалитеты;
- большие габаритные размеры детали.

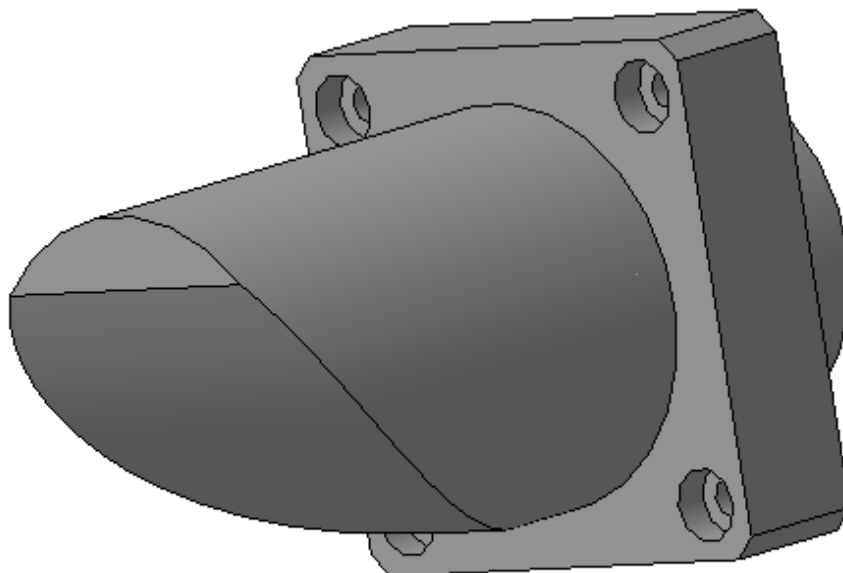


Рисунок 1 – Деталь типа «Кулачок»

Отрицательные:

- большое количество поверхностей, являющиеся концентраторами напряжения;
- шероховатость некоторых поверхностей Ra 1,25.

Анализируя все положительные и отрицательные стороны, можно сделать вывод, что деталь является технологичной.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств

Для слаженной работы всего механизма, необходимо чтобы каждая деталь отвечала определенным качествам и свойствам. Главными параметрами являются износостойкость и сопротивление усталости.

Для этого рассмотрим эксплуатационные свойства детали. Проверку работоспособности конструкции детали выполним с помощью САЕ-системы АРМ FEM для КОМПАС-3D 18 (рисунок 2).

Деталь базируется по торцу (установочная база), наружной цилиндрической поверхности (направляющая база). Далее приложим

внешнюю распределенную нагрузку, на криволинейную поверхность нашей детали в 2 МПа.

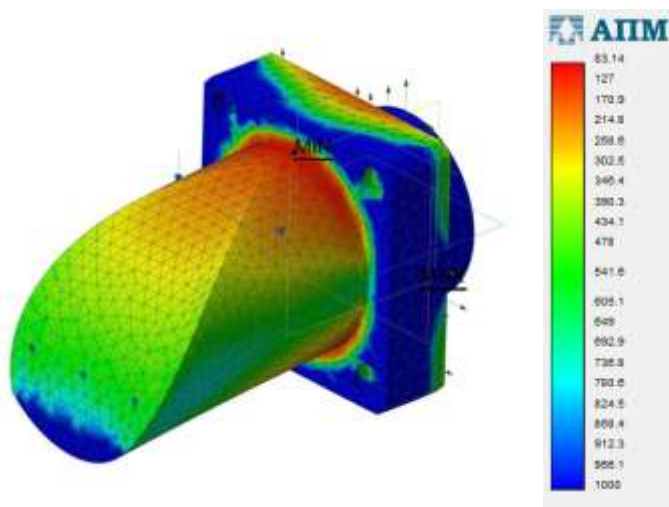


Рисунок 2 – Статический анализ детали типа «Кулачок»

Из эпюры максимальных напряжений видно, что максимальное напряжение доходит до отметки 83, 14 МПа, что меньше предела текучести, который равен 350 МПа. Из этого следует, что деталь работает в зоне упругих деформаций.

2.3 Выбор заготовки и его экономическое обоснование

Заготовка – предмет труда, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхности и (или) материала изготавливают деталь. На заготовительных операциях заготовку приводят к форме и состоянию наиболее удобным для дальнейшей обработки механической, термической, гальванической или другим видом обработки, связанной с получением готовой детали.

Выбор заготовки зависит от формы детали и ее размеров, исходного материала, типа и вида производства, наличия необходимого оборудования, требования к качеству готовой детали, экономичности изготовления. При выборе заготовки необходимо стремиться к выбору такой конструктивной

формы заготовки, которая бы максимально приближалась к форме и свойствам готовой детали [1].

Каждый из них имеет определенные достоинства и недостатки. Выбор способа получения заготовки определяется экономическими расчетами.

В мелкосерийном производстве обычно используют сортовой прокат. Для детали типа «Кулачок», подходящими заготовками для дальнейшей обработки подходят круг и квадрат.

Проанализируем выбранные профили проката заготовки с помощью коэффициента использования материала [4]:

$$K = \frac{m}{M},$$

где M – масса заготовки, m – масса готовой детали, г, принятые из расчетов КОМПАС – 3D v16.1

Масса заготовки круглого проката $M_{кр} = 9958,08$, г, принятая из расчетов КОМПАС – 3D v.16.1;

Масса заготовки квадратного проката $M_{кв} = 11500,25$, г, принятая из расчетов КОМПАС – 3D v.16.1;

$$m = 2,148$$

Тогда коэффициент использования материала для круга:

$$K = 0,21$$

Аналогично, произведем расчет коэффициента использования материала для профиля квадратного сечения:

$$K = 0,18$$

Коэффициент использования материала для круга, больше чем у квадрата, в связи с этим можно сделать выводы, что использование квадрата наиболее оптимально по сравнению с кругом. Однако, стоимость квадратного проката дороже стоимости круглого проката, деталь имеет больше цилиндрических поверхностей, чем квадратные. Примем заготовку из круглого проката.

Из этого следует уменьшение таких показателей как: металлоемкость, трудоемкость процесса изготовления детали, машинное время, себестоимость.

2.4 Проектирование технологического маршрута

Технологический маршрут - последовательность прохождения заготовки, детали или сборочной единицы по подразделениям предприятия при выполнении технологического процесса изготовления или ремонта.

Технологический маршрут обработки заготовки устанавливает последовательность выполнения технологических операций.

Маршрут детали «Кулачок»:

005 Заготовительная

010 Токарная с ЧПУ

015 Контрольная

020 Фрезерная с ЧПУ

025 Слесарная

030 Контрольная

035 Круглошлифовальная

040 Слесарная

045 Контрольная

050 Профилишлифовальная

055 Слесарная

060 Контрольная

065 Промывочная

070 Консервация

2.5 Проектирование технологических операций

Таблица 2 – Технологический процесс изготовления детали «Кулачок»

	<p>005 Заготовительная</p> <ol style="list-style-type: none"> Получить заготовку Круг Ø95 мм Сталь 40Х ГОСТ 2590-88. <p>А. Установить заготовку в призмы.</p> <p>База: наружный диаметр и торец</p> <ol style="list-style-type: none"> Отрезать заготовку, выдерживая размеры 125₋₁ мм.
<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 3,2}$</p> 	<p>010 Токарная с ЧПУ</p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр и торец</p> <ol style="list-style-type: none"> Подрезать торец, выдерживая размеры: 124±0,2 мм. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры: Ø92_{-0,35} мм, 100±0,175 мм. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры: Ø55,5_{-0,3} мм, 77±0,15 мм.

	<p>Б. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр и торец</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец, выдерживая размеры: $115_{-0,35}$ мм, 2. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры: $\varnothing 50,5_{-0,12}$ мм, $15_{-0,18}$ мм. 3. Точить канавку, выдерживая размер: $\varnothing 44_{-0,25}$ мм, $3^{+0,1}$ мм.
<p align="center">015 Контрольная</p> <p>1. Контролировать размеры.</p>	
	<p align="center">020 Фрезерная с ЧПУ</p> <p>А. Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр и торец</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать по контуру, выдерживая размеры: $70_{-0,3}$ мм, $20_{-0,21}$ мм. 2. Центровать отверстия, выдерживая размеры: $\varnothing 2^{+0,04}$ мм и $55 \pm 0,15$ мм. 3. Сверлить сквозные отверстия, выдерживая размеры: $\varnothing 5,3^{+0,048}$ мм. 4. Зенкеровать отверстия, выдерживая размеры: $\varnothing 10^{+0,036}$ мм, $14 \pm 0,09$ мм.

	<p>Б. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр, поверхность квадрата и торец</p> <p>1. Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры: R80,5+1 мм, 77±0,15 мм, 20_{-0,21} мм, 10,5±0,09 мм.</p>
<p align="center">025 Слесарная</p> <p>1. Снять заусенцы. 2. Острые кромки притупить.</p>	
<p align="center">030 Контрольная</p> <p>1. Контролировать размеры.</p>	
	<p align="center">035 Круглошлифовальная</p> <p>Установить заготовку в трехкулачковый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр и торец</p> <p>1. Шлифовать цилиндр, выдерживая размеры: Ø50_{-0,05} мм.</p>
<p align="center">040 Слесарная</p> <p>1. Снять заусенцы. 2. Острые кромки притупить.</p>	
<p align="center">045 Контрольная</p> <p>1. Контролировать размеры и параметры шероховатости.</p>	

	<p>050 Профилишлифовальная</p> <p>Установить заготовку приспособление.</p> <p>База: торец и поверхность</p> <p>1. Шлифовать поверхность согласно эскизу, выдерживая размеры: $10\pm 0,09$ мм, $16\pm 0,075$ мм, $R80+1$ мм, $77\pm 0,15$ мм.</p>
<p>055 Слесарная</p> <p>1. Снять заусенцы. 2. Острые кромки притупить.</p>	
<p>060 Контрольная</p> <p>1. Контролировать размеры. 2. Контролировать шероховатость.</p>	
<p>065 Промывочная</p> <p>1. Промыть согласно типовому технологическому процессу 01279-00002.</p>	
<p>070 Консервация</p> <p>1. Консервировать деталь согласно типовому технологическому процессу 60270-00001, вариант 14.</p>	

2.6 Расчет припусков на обработку

Для достижения заданной формы от заготовки к заданной детали, необходимо снятие стружки, при определенных параметрах обработки.

Снятие стружки для получения необходимой формы, а также размеров деталей называется припуск.

Для получения необходимых размеров, формы и шероховатости, необходимо установить минимальные припуски на обработку детали. При обработке тел вращения и предположении, что направления векторов всех погрешностей совпадают (для гарантированного устранения погрешностей и дефектов), суммирование составляющих наименьшего припуска производится арифметически:

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{z\ i-1} + T_{\text{деф } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i),$$

где $Z_{\min i}$ – минимальный припуск на данный, i переход, мкм;

$R_{z\ i-1}$ – шероховатость, полученная на предыдущем. $i-1$, переходе, мкм;

$T_{\text{деф } i-1}$ – глубина дефектного слоя на предыдущем переходе, мкм;

ρ_{i-1} – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки, мкм;

ε_i – погрешность закрепления заготовки на данном переходе.

Значение коэффициентов принимаем согласно табличных данных, по методическому указанию [5].

Подробный порядок расчета минимальных припусков на обработку приведен в методическом указании [5].

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку наибольшего наружного размера $\varnothing 92_{-0,35}$

Допуск на размер $T_{\text{дет}} = 0,35 \text{ мм}$.

Допуск заготовки $T_{\text{заг}} = 1,8 \text{ мм} = 1800 \text{ мкм}$.

Тогда:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (100 + 150 + 200 + 100) = 2 \cdot 550 = 1100;$$

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (80 + 50 + 45) = 2 \cdot 175 = 350.$$

Графу «Предельный размер» заполняем, начиная с конечного (конструкторского) размера путем прибавления расчетного минимального припуска ($2Z_{\min}$) к предельному размеру (d_i):

$$d_{\min} = d_i + 2Z_{\min},$$

где d_{\min} – наименьший диаметр;

d_i – номинальный диаметр на данном переходе;

$2Z_{\min}$ – минимальный припуск;

$$d_{\max} = d_{\min} + T_d,$$

где d_{\max} – наибольший диаметр;

d_{\min} – наименьший диаметр;

T_d – допуск на деталь, заготовку (в зависимости от выполняемой операции)

Операция 2:

$$d_{\min} = d_i + 2Z_{\min} = 91,45 + 0,2 = 91,65 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d_{\min} + T_d = 91,65 + 0,35 = 92 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 92h12;

Операция 1:

$$d_{\min} = d_i + 2Z_{\min} = 91,65 + 0,35 = 92 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d_{\min} + T_d = 92 + 0,87 = 92,87 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 92,9h14;

Операция 0:

$$d_{\min} = d_i + 2Z_{\min} = 92 + 1,1 = 93,1 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d_{\min} + T_d = 93,1 + 1,8 = 94,9 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 95h14.

Таблица 3 – Припуски на обработку наибольшего наружного диаметра

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}
Наружная поверхность $\varnothing 92_{-0,35}$									

Продолжение таблицы 3

0. Заготовительная	100	150	20 0	-	-	95h14	1800	93,1	94,9
1. Токарная с ЧПУ (черновая)	80	50	45	0	1100	92,9h14	870	92	92,87
2. Токарная с ЧПУ (чистовая)	25	30	45	0	350	92h12	350	91,65	92

Для дальнейших расчетов будем использовать данный метод, подсчитаем минимальные припуски для наиболее точного размера $\varnothing 50_{-0,046}$

Операция 3:

$$d_{\min} = d_i + 2Z_{\min} = 49,91 + 0,04 = 49,95 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d_{\min} + Td = 49,95 + 0,05 = 50 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 50h8.

Операция 2:

$$d_{\min} = d_i + 2Z_{\min} = 49,95 + 0,2 = 50,15 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d_{\min} + Td = 50,15 + 0,3 = 50,45 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 50,5h10;

Операция 1:

$$d_{\min} = d_i + 2Z_{\min} = 50,15 + 0,64 = 50,79 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d_{\min} + Td = 50,79 + 0,74 = 51,53 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 51,6h12;

Операция 0:

$$d_{\min} = d_i + 2Z_{\min} = 50,79 + 1,1 = 51,89 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d_{\min} + Td = 51,89 + 1,8 = 53,69 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 53,7h14.

Таблица 4 – Припуски на обработку наиболее точного размера

Технологиче ские переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}
Наружная поверхность $\varnothing 50_{-0,05}$									
0. Заготовитель ная	100	150	20 0	-		53,7h1 4	1800	51,89	5
1. Токарная с ЧПУ (черновая)	80	50	90 0	10 0	1100	51,6h1 2	740	50,79	51,53
2. Токарная с ЧПУ (чистовая)	25	30	45 0	0	640	50,5h1 0	300	50,15	50,45
3. Шлифование	5	5	10 0	0	200	50h8	50	49,95	50

Рассчитаем минимальные припуски для размера $115_{-0,35}$ мм при подрезке торцев

Операция 2:

$$d_{\min} = d_i + 2Z_{\min} = 114,45 + 0,2 = 114,65 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d_{\min} + T_d = 114,65 + 0,35 = 115 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 115h12;

Операция 1:

$$d_{\min} = d_i + 2Z_{\min} = 114,65 + 0,38 = 115,13 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d_{\min} + T_d = 115,13 + 0,35 = 115,48 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 115,5h12;

Операция 0:

$$d_{\min} = d_i + 2Z_{\min} = 115,13 + 1,56 = 116,69 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = d_{\min} + T_d = 116,69 + 1,8 = 118,49 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 118,5h14

Таблица 5 – Припуски на длину детали при подрезке торцев

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}
Длина детали 115 _{-0,35}									
0. Заготовительная	160	150	25 0	20 0		118,5h 14	1800	116,6 9	118,4 9
1. Подрезка левого торца	25	20	45 0	10 0	1560	117,5 h12	350	115,1 3	115,4 8
2. Подрезка правого торца	25	30	45 0	0	380	115h1 2	350	114,6 5	115

Таким образом, были посчитаны минимальные припуски размеров $\varnothing 92_{-0,35}$, $\varnothing 50_{-0,05}$, $115_{-0,35}$.

2.7 Уточнение содержания переходов

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, характеризуемую постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой и соединяемых при сборке. Когда изменится режим резания или режущий инструмент, начинается следующий переход.

Под рабочим ходом понимают законченную часть технологического перехода, состоящую из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.

Уточним содержание переходов для получения поверхностей.

010 Токарная с ЧПУ:

- 1) Подрезка торца - 1 переход, 1 рабочий ход;
- 2) Точение наружного диаметра:
Точение диаметра $\varnothing 55,5$ мм – 1 переход и 18 рабочих ходов;
Точение диаметра $\varnothing 92$ мм – 1 переход и 2 рабочих хода;
Точение диаметра $\varnothing 44$ мм – 1 переход и 1 рабочий ход;
Точение диаметра $\varnothing 50$ мм – 1 переход и 21 рабочий ход;

020 Фрезерная с ЧПУ:

- 1) Фрезерование поверхностей 70 мм – 1 переход и 5 рабочих ходов на каждую сторону;
- 2) Фрезерование криволинейной поверхности R80,5 – 1 переход и 20 рабочих ходов;
- 3) Центрование – 1 переход, 4 рабочих хода;
- 4) Сверление – 1 переход, 4 рабочих хода;
- 5) Зенкерование – 1 переход 4 рабочих хода;

035 Круглошлифовальная

- 1) Шлифование $\varnothing 50$ мм – 1 переход и 2 рабочих хода;

050 Профилешлифовальная

- 1) Шлифование кривой поверхности – 1 переход и 8 рабочих ходов.

2.8 Выбор средств технологического оснащения

Точность детали напрямую зависит от оборудования. Правильно выбранное оборудование позволяет снизить затраты на производство, увеличить производительность, добиться нужных параметров. Средства

технологического оснащения выбираются в зависимости от точности обработки и габаритов заготовки, типа производства и размера партии.

Таблица 6 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструменты	Приспособления
005 Заготовительная	Ножовочный автоматический отрезной станок 8725	Ножовочное полотно 2800-0053 ГОСТ 6645-86	Призмы 7033-0040 ГОСТ 12195-66
010 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ LEADWELL LTC -25 iXL	Резец подрезной 2112-0005 T15K6 ГОСТ 18880-73 Резец проходной отогнутый 2102-0005 T15K6 ГОСТ 18877-73 Резец прорезной 2120-0512 T15K6 ГОСТ 18874-73 Резец отрезной 2130-0372 T15K6 ГОСТ 18874-73	Трехкулачковый патрон 7100-0010 ГОСТ 2675-80 Резцедержатель с перпендикулярным пазом 294.341.121

020 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ FPV 30G CNC	Фреза концевая Ø12мм 2223-2611 T15K6 ГОСТ 23248 – 78 Зенкер цельный Ø 10 мм 2323-0506 T15K6 ГОСТ 12489-71 Сверло центровочное комбинированное Ø2мм 2317-0007 P6M5 ГОСТ 14952-75 Сверло спиральное Ø 5,3 мм 2300-6181 P6M5 ГОСТ 10902-77	Трехкулачковый патрон 7100-0010 ГОСТ 2675-80 Патрон цанговый 2-30-18-100 ГОСТ 26539-85
025 Слесарная	Верстак слесарный ГОСТ 19917-93	Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77	

035 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3У10А	Круг шлифовальный 1 25 х 25 х 6 25А 25 СМ2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	Трехкулачковый патрон 7100 - 0010 ГОСТ 2675-80
040 Слесарная	Верстак слесарный ГОСТ 19917-93	Надфиль 2827- 0061 ГОСТ 1513-77	
050 Профилешлифовальный	Оптический профилешлифовальный станок 395М	Круг шлифовальный 1 125 х 25 х 32 25А 25 С2 10 М15 30 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	Приспособление
055 Слесарная	Верстак слесарный ГОСТ 19917-93	Надфиль 2827- 0061 ГОСТ 1513-77	
060 Промывочная	Промывочная ванна	Раствор по ТТП 01279- 00002	
070 Консервация		Материалы по ТТП 60270- 00001, вариант 14	

Таблица 7 – Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Линейка 150 ГОСТ 427-75
010 Токарная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ- I-125- 0,1, ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ- I-125- 0,05, ГОСТ 166-89 Микрометр МК125-1 ГОСТ 6507-90
020 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ- I-125- 0,1, ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ- I-125- 0,05, ГОСТ 166-89 Микрометр МК125-1 ГОСТ 6507-90 Калибр-пробка 8133-0963 Н12 ГОСТ 14810-69 Калибр-пробка 8133-0922 Н10 ГОСТ 14810-69
035 Круглошлифовальная	Инструментальный, визуальный	Набор образцов шероховатости 0,8-1,6 ШП ГОСТ 9378-93 Штангенциркуль ШЦ- I-125- 0,05, ГОСТ 166-89 Микрометр МК125-1 ГОСТ 6507-90

050	Инструментальный,	Набор образцов
Профилешлифовальная	визуальный	шероховатости 0,8-1,6 ШП
		ГОСТ 9378-93

2.9 Расчет режимов резания

010 Токарная с ЧПУ

Точение поверхности Ø92_{-0,35} мм

Инструмент: Резец проходной упорный 2103-0009 ГОСТ 18879-73

Материал инструмента – Т15К6.

Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v,$$

Где $C_v = 280$ – комплексный коэффициент, обобщающий материал детали, резца, условия процесса, принятый в соответствии с табл.17 [6];

$T = 45$ – стойкость инструмента, мин;

$t = 1$ – глубина резания, мм, принятый в соответствии с табл. 11 [6];

$s = 0,8$ – подача, мм/об, принятый в соответствии с табл. 11 [6];

m, x, y – показатели степени ;

$m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45$; принятый в соответствии с табл.17 [6];

K_v – общий поправочный коэффициент, определяемый по формуле;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv},$$

$K_{mv} = 0,95$ – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, табл. 4 [6];

$K_{uv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, табл. 5 [6];

$K_{pv} = 1$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента, табл. 6 [6];

$$K_v = 0,95 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,855$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,855 = 163,3 \text{ м/мин}$$

Обороты:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D},$$

где V – скорость резания;

$\pi = 3,14$ – постоянная «Пи»;

D – диаметр инструмента или заготовки;

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 163,3}{3,14 \cdot 92} = 565,2 \text{ об/мин}$$

020 Фрезерная с ЧПУ

Фрезерование поверхности 70_{-0,3} мм

Инструмент: Фреза концевая Ø12мм 2223-2611 ГОСТ 23248 - 78

Материал инструмента – Р6М5.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v,$$

Где $C_v = 46,7$ – комплексный коэффициент, обобщающий материал детали, резца, условия процесса, принятый в соответствии с табл.17 [6];

D = 12 – диаметр инструмента:

T = 45 – стойкость инструмента, мин;

t = 1 – глубина резания, мм, принятый в соответствии с табл. 11 [6];

$s_z = 0,07$ – подача на зуб, мм/зуб, принятый в соответствии с табл. 11 [6];

q, m, x, y, u, p – показатели степени ;

q = 0,45; m = 0,33; x = 0,24; y = 0,26; u = 0,1, p = 0,1; принятый в соответствии с табл.17 [6];

K_v – общий поправочный коэффициент, определяемый по формуле;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv},$$

$K_{mv} = 0,95$ – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, табл. 4 [6];

$K_{uv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, табл. 5 [6];

$K_{pv} = 1$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента, табл. 6 [6];

$$K_v = 0,95 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,855$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v = \frac{46,7 \cdot 12^{0,45}}{45^{0,33} \cdot 1^{0,24} \cdot 0,07^{0,26} \cdot 20^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,855$$

$$= 64 \text{ м/мин}$$

Обороты:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D},$$

где V – скорость резания;

$\pi = 3,14$ – постоянная «Пи»;

D – диаметр инструмента или заготовки;

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 64}{3,14 \cdot 12} = 1698 \text{ об/мин}$$

020 Фрезерная с ЧПУ

Зенкерование отверстия $\varnothing 10_{-0,036} \text{ мм}$

Инструмент: Зенкер цельный $\varnothing 10$ 2320-2721 ГОСТ 12489-71

Материал инструмента – P6M5.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v,$$

Где $C_v = 18$ – комплексный коэффициент, обобщающий материал детали, резца, условия процесса, принятый в соответствии с табл.17 [6];

$T = 20$ – стойкость инструмента, мин;

$D = 10$ – диаметр инструмента;

$t = 6$ – глубина резания, мм, принятый в соответствии с табл. 11 [6];

$s = 0,6$ – подача, мм/об, принятый в соответствии с табл. 11 [6];

q, m, x, y – показатели степени ;

$q = 0,6; m = 0,25; x = 0,2; y = 0,3$; принятый в соответствии с табл.17 [6];

K_v – общий поправочный коэффициент, определяемый по формуле;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv},$$

где $K_{mv} = 0,95$ – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, табл. 4 [6];

$K_{uv} = 1$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, табл. 5 [6];

$K_{pv} = 1$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента, табл. 6 [6];

$$K_v = 0,95 \cdot 1 \cdot 1 = 0,95$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{18 \cdot 10^{0,6}}{20^{0,25} \cdot 6^{0,2} \cdot 0,6^{0,3}} \cdot 0,95 = 31,9 \text{ м/мин}$$

Обороты:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D},$$

где V – скорость резания;

$\pi = 3,14$ – постоянная «Пи»;

D – диаметр инструмента или заготовки;

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 31,9}{3,14 \cdot 10} = 1016 \text{ об/мин}$$

Аналогично посчитаем, режимы резания для всех операций и занесем их в таблицу 8.

Таблица 8 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Глубина t, мм	Подача s, мм/об	Скорост ь V, м/мин	Стойк ость Т, мин	Обор оты n, об/ми н

010 Токарная с ЧПУ						
Торец I и II	Резец подрезной 2112-0005 T15K6 ГОСТ 18880-73	-	-	-	-	
Точение поверхности Ø55,5h12 Черновое чистовое	Резец проходной отогнутый 2102-0005 T15K6 ГОСТ 18877-73	2 0,8	1 0,4	120 167	45	958
Точение поверхности Ø92h12 Черновое чистовое		2 1	1 0,4	100 164	45	565
Точение поверхности Ø50h8 Черновое чистовое		2 1,1	1 0,8	100 138	45	879
Точение канавки Ø44h12	Резец прорезной 2120-0512 T15K6 ГОСТ 18874-73	6	0,14	101	45	731
020 Фрезерная с ЧПУ						

Продолжение таблицы 8

Фрезеровани е поверхности 70H12	Фреза концевая Ø12мм 2223-2611 P6M5 ГОСТ 23248 - 78	1	0,07	64	45	1698
Сверление отверстий Ø5,3H10	Сверло центровочно е комбинирова нное Ø2 мм 2317-0007 P6M5 ГОСТ 14952-75	20	0,08	10	45	600
	Сверло спиральное Ø5,3 мм 2300-6181 P6M5 ГОСТ 10902-77	20	0,2	25	45	1593
Зенкерова ние отверстий Ø10H9	Зенкер цельный Ø 10 мм 2320- 2721 P6M5 ГОСТ 12489-71	6	0,6	31	20	1016

035 Круглошлиф овальная	Круг шлифовальн ый 1 25 х 25 х 6 25А 25 СМ2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	-	-	35	100	223
045 Профилешли фовальная	Круг шлифовальн ый 1 125 х 25 х 32 25А 25 С2 10 М15 30 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424- 83	-	-	30	100	120

2.10 Нормирование технологических переходов

Для нормирования времени технологического процесса механической обработки партии деталей, рассчитывается штучно-калькуляционное время, которое определяется как:

$$t_{\text{шк}} = t_o + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}},$$

где t_o – основное время обработки;

$t_{\text{в}}$ – вспомогательное время;

$t_{\text{обс}}$ – время обслуживания рабочего места;

$t_{\text{п}}$ – время на личные потребности рабочего.

Операционное время определяется как:

$$t_{\text{оп}} = \frac{L \cdot i}{S_{\text{м}}},$$

где L – расчетная длина обработки; i – число рабочих ходов; S_m – минутная подача инструмента.

Вспомогательное время берется от основного времени в соотношении:

$$t_b = 0,15t_o.$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг}, \text{ где}$$

где t_T – время технического обслуживания (6% от $t_{оп}$);

$t_{орг}$ – время организационного обслуживания (0,6 - 8 % от $t_{оп}$).

$t_{п}$ – время на личные потребности (2,5% от $t_{оп}$).

Рассчитаем штучно-калькуляционное время для заготовительной операции.

Определяем расчетную длину обработки по формуле:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр}$$

где $l_{под}$ – длина подвода;

$l_{сх}$ – длина схождения;

$l_{вр}$ – длина врезания.

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 125 + 1 + 1 + 1 = 128 \text{ мм}$$

Минутная подача:

$$S_m = 35 \text{ м/мин}$$

Число рабочих ходов $i=1$.

Тогда основное время:

$$t_{оп} = \frac{128 \cdot 1}{35} = 3,65 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_b = 0,15t_{оп} = 0,15 \cdot 3,65 = 0,54 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{оп} + t_b = 3,65 + 0,54 = 4,19 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06t_o + 0,08t_o = 0,511 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\pi} = 0,025t_{оп} = 0,025 \cdot 3,65 = 0,09 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{шк 005} = t_{оп} + t_{в} + t_{обс} + t_{\pi} = 3,65 + 0,54 + 0,511 + 0,09 = 4,791 \text{ мин}$$

Остальные расчеты будем производить таким же путем и занесем их в таблицу 9.

Таблица 9 – Нормы времени

Операция	Штучно- калькуля ционное время, $t_{шк}$	Основно е время, $t_{оп}$	Вспомогате льное время, $t_{в}$	Время обслужива ния, $t_{обс}$	Время на личные потребно сти, t_{π}
005 Заготовительная	4,791	3,65	0,54	0,511	0,09
010 Токарная с ЧПУ	10,8	8,04	1,2	1,14	0,2
020 Фрезерная с ЧПУ	1,292	1,09	0,16	0,014	0,028
035 Круглошлифова льная	5,995	4,025	0,525	0,49	0,08
050 Профилешлифов альная	4,41	3,37	0,5	0,46	0,08

2.11 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Управляющая программа (УП) — это записанная на программоноситель в закодированном цифровом виде маршрутно-операционная технология на конкретную деталь с указанием траекторий движения инструмента. Все данные, необходимые для обработки заготовки

на станке, устройство числового программного управления (УЧПУ) получает от управляющей программы.

В данной работе УП разработаны с помощью программы FeatureCAM фирмы Delcam. Разработанные программы операций представлены в технологической документации (Приложение А).

2.12 Проектирование средств технологического оснащения

Одной из особенностей профилешлифовального станка является то, что обработка детали ведется с торца. Для этого необходимо обеспечить вылет заготовки относительно стола, а именно вылет обрабатываемой части детали. В связи с этим было разработано специальное приспособление, которое представляет собой корпус с отверстием под вал детали и полочкой на торце приспособления, а так же шпилькой для крепления на ней прижима.

Сборочный чертеж и спецификация данного приспособления в приложении А.

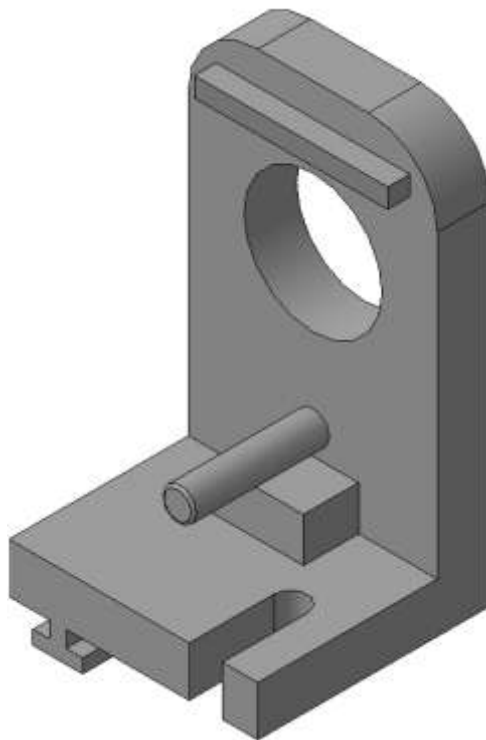


Рисунок 5 – Разработанное приспособление

Для безопасного закрепления детали в приспособлении необходимо рассчитать усилия зажима.

Рассчитаем усилия зажима по формуле:

$$W = \frac{K P_y - 0,5 P_z (f_2 - f_1)}{(f_2 + f_1)},$$

где $K = 1,5$ – коэффициент запаса;

$f_2 = f_1 = 0,2$ – коэффициенты трения;

$P_y = 3P_z = 51,27$ Н – радиальная сила при шлифовании;

$P_z = 17,09$ Н – окружная сила при шлифовании.

$$W = \frac{1,5 \cdot 51,27 - 0,5 \cdot 17,09 (0,2 - 0,2)}{(0,2 + 0,2)} = 192,26 \text{ Н.}$$

Таким образом, для закрепления детали в приспособлении необходимо усилие в 192,26 Н.

2.13 Размерный анализ

Для обеспечения точности заданных размеров, проводится размерный анализ.

Проверим, выдерживаются ли конструкторские размеры. Выполним размерный анализ для токарных операций технологического процесса по рекомендациям [7].

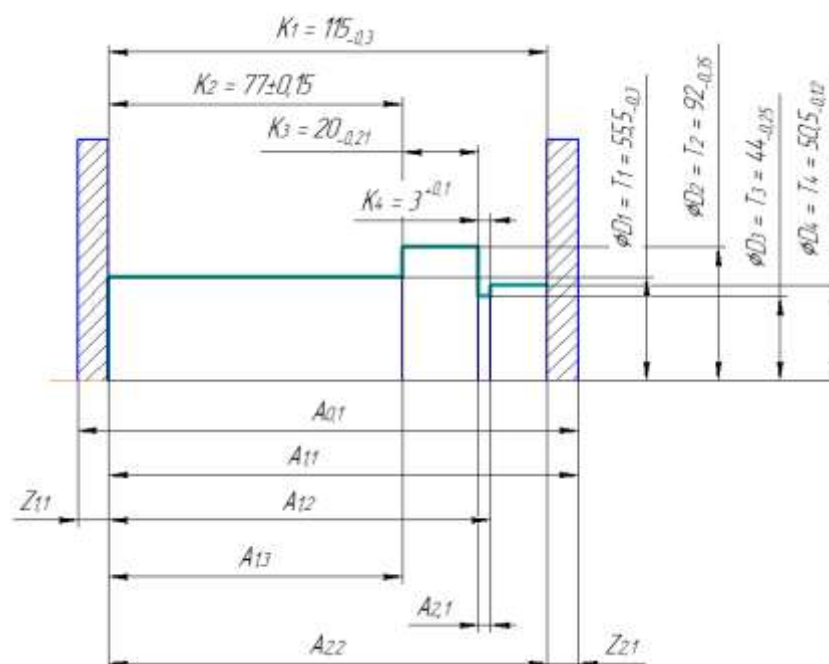


Рисунок 3 – Размерный анализ

Размеры $A_{2,1}$, $A_{1,2}$, $A_{1,3}$, T_1 , T_2 , T_3 , T_4 выдерживаются непосредственно:

$$A_{1,3} = K_2 = 77 \pm 0,15 \text{ мм}$$

$$A_{2,1} = K_4 = 3^{+0,1} \text{ мм}$$

$$A_{2,2} = K_1 = 115_{-0,3} \text{ мм}$$

$$D_1 = T_1 = \varnothing 55,5_{-0,3} \text{ мм}$$

$$D_2 = T_2 = \varnothing 92_{-0,35} \text{ мм}$$

$$D_3 = T_3 = \varnothing 44_{-0,25} \text{ мм}$$

$$D_4 = T_4 = \varnothing 50,5_{-0,12} \text{ мм}$$

Размер $A_{0,1}$ получен заготовительной операции. Рассмотрим размерную цепь для размера K_3 (рисунок 4).

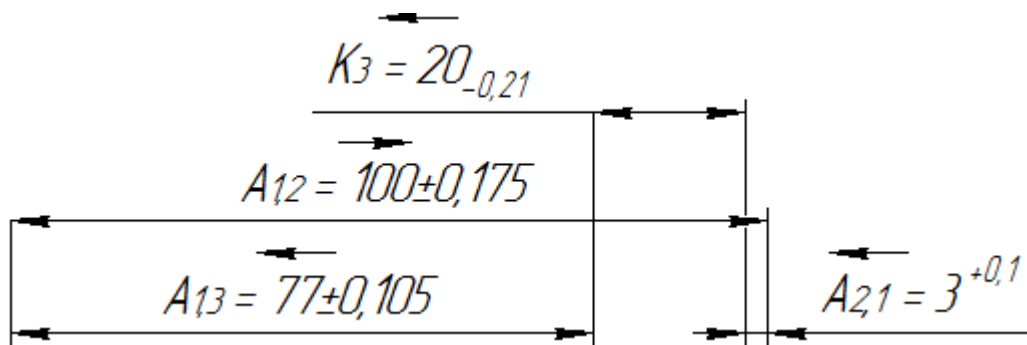


Рисунок 4 – Размерная цепочка для технологического размера

Обеспечение точности конструкторских размеров проверим методом максимума – минимума, по формуле:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i ,$$

где ТК – допуск на конструкторский размер;

ТА – допуск на технологический размер.

$$TK = 0,21 \text{ мм}; TA = 0,35 + 0,21 + 0,1 = 0,66 \text{ мм}.$$

0,21 мм < 0,66 мм. Условие не выполнено. Ужесточим точность технологических размеров до 9 качества.

Тогда:

$$TK = 0,21 \text{ мм}; TA = 0,086 + 0,064 + 0,025 = 0,175 \text{ мм}.$$

0,21 мм > 0,175 мм. Условие выполнено. Размер K_3 выдерживается.

2.14 Техничко-экономические показатели технологического процесса

Для того чтобы убедиться, что выбранный маршрут изготовления детали является наиболее экономичным и эффективным, необходимо рассчитать технико-экономические показатели технологического процесса.

Произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат. Определения технологической себестоимости включает расчет стоимости заготовки и оборудования, расчет затрат на заработную плату рабочих.

Прокат Ø95 мм по ГОСТ 2590-88 имеет теоретическую массу 1м заготовки 68 кг. Заготовка имеет длину 125 мм, масса заготовки 9,9 кг согласно данным КОМПАС-3D v16, цена 450 рублей за килограмм, тогда получим расчетную стоимость заготовки:

$$C = S \cdot m,$$

где $S = 450$ – цена заготовки за кг, руб/кг;

m – масса заготовки.

$$C = S \cdot m = 450 \cdot 9,9 = 4455 \text{ руб/шт.}$$

Таблица 10 – Затраты на оплату труда рабочих

Профессия	Стоимость работы руб/час	Время занятости на рабочем месте, часов	Заработная плата по факту работы, рублей
Станочник заготовительного оборудования	150	0,15	22,5
Оператор токарного станка с ЧПУ	200	1,25	250

Оператор фрезерного станка с ЧПУ	200	0,6	120
Контролер	180	1	180
Слесарь	130	0,3	39
Шлифовщик	170	0,8	136
Промывщик	120	0,3	36
Консервировщик	110	0,12	13,2

Таблица 11 – Стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость
005 Заготовительная	Ножовочный автоматический отрезной станок 8725	360 000 рублей
010 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ LEADWELL LTC - 25 iXL	3 000 000 рублей
020 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ FPV 30G CNC	715 000 рублей
035 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок ЗУ10А	300 000 рублей
050 Профилешлифовальная	Оптический профилешлифовальный станок 395М	460 000 рублей
065 Промывочная	Промывочная ванна	20000 рублей
Итого		4 855 000 рублей

Таким образом для технологического оснащения производства детали «Кулачок» потребуется порядка 4 855 000 рублей, без учета затрат на режущий инструмент.

2.15 Проектирование гибкой производственной системы

Гибкие производственные системы (ГПС) — наиболее эффективное средство автоматизации серийного производства, позволяющее переходить с одного вида продукции на другой с минимальными затратами времени и труда.

Гибкая производственная система состоит из одного-двух (не более) многоцелевых станков с ЧПУ или других металлорежущих станков с ЧПУ, оснащенных механизмами автоматической смены инструмента, автоматической смены заготовок и транспортирования.

Целесообразно произвести автоматизацию Токарной с ЧПУ.

Для производства детали «Кулачок» будем использовать промышленного робота UR10 (рисунок 6)

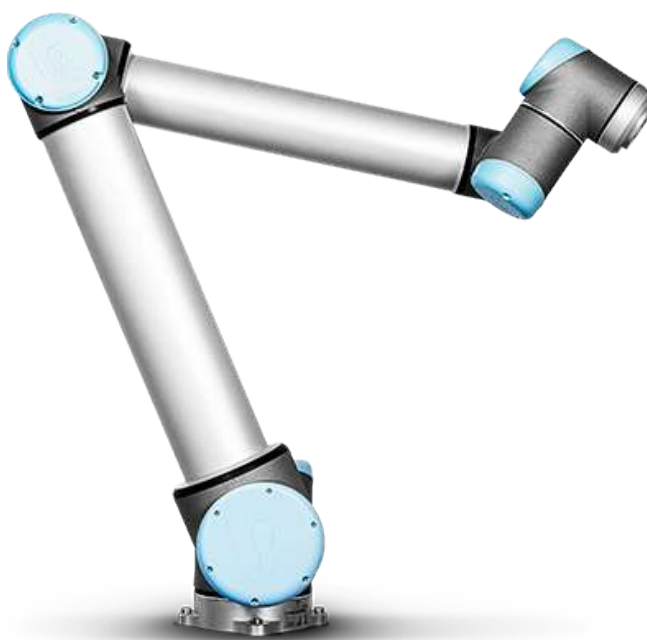


Рисунок 6 – Робот UR10

Его максимальная нагрузка 10 кг, а радиус действия 1300 мм, что отлично подойдет для проектируемой ГПС. Робот помогает выполнять функцию загрузки заготовок и разгрузки готовых деталей. Заготовки робот берет с накопителя-приемника, подводит их к автоматическому зажимному устройству, после зажима он возвращается в исходное положение. По

завершению обработки робот извлекает готовую деталь из зажимного устройства и устанавливает ее обратно в накопитель приемник, далее цикл повторяется.

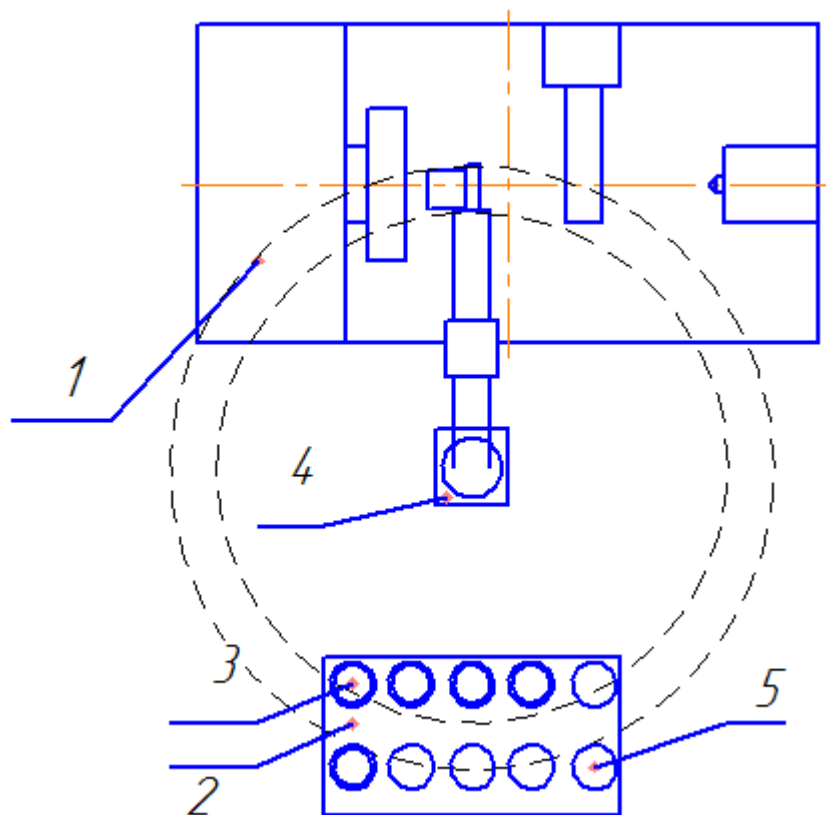


Рисунок 7 – Схема ГПМ

1 – Токарный станок с ЧПУ LEADWELL LTC - 25 iXL; 2 – накопитель; 3 – готовые детали; 4 – робот UR10; 5 – заготовка.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А51	Лазутин Алексей Федорович

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: компьютер (40000р); лицензия КОМПАС – 3D v16.1 НОМЕ (1 год - 1500р); лицензия FEATURECAM (1 год – 15000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (3,42р/КВт).
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	5% расходы на совершение сделки купли-продажи; 10% прочие расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	НДС – 20%; Затраты на единый социальный налог (ЕСН) – 30%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Организация и планирование работ	Организация и планирование работ; продолжительность этапов работ
2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	Расчет заработной платы; расчет затрат на: материалы, социальный налог, электроэнергию; расчет амортизационных расходов; расчет: прочих расходов, себестоимости разработки, прибыли, НДС; цена разработки НИР (научно-исследовательской работы).
3. Оценка экономической эффективности проекта	Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period);
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. График Ганта (Линейный график работ);	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Наталия Вячеславовна	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А51	Лазутин Алексей Федорович		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель раздела - комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на разработку технологического процесса, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершен комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

3.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу 12.

Таблица 12 - Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%

Продолжение таблицы 12

Составление и утверждение плана работ	НР, И	НР – 100%, И – 7%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 25%, И – 100%
Календарное планирование	НР, И	НР – 100%, И – 12%
Составление и согласование технологического маршрута	НР, И	НР – 30%, И – 100%
Выбор средств необходимого технологического обеспечения	НР, И	НР – 10%, И – 100%
Выбор режимов резания и их расчет	И	И – 100%
Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ	И	И – 100%
Оформление эскизов	И	И – 100%
Оформление необходимого комплекта технологической документации	И	И – 100%
Расчет социальной ответственности	И	И – 100%
Расчет экономической части	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

3.2 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке.

Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами,

то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и околонулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5},$$

$$t_{ож} = \frac{t_{\min} + 4 \cdot t_{prob} + t_{\max}}{6},$$

где: t_{\min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{\max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Вторая формула дает более надежные оценки, но предполагает большую «нагрузку» на экспертов.

Для выполнения перечисленных в таблице 12 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} ,$$

где: $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К} ,$$

где: $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях и рассчитываемый по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} ,$$

где: $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205$$

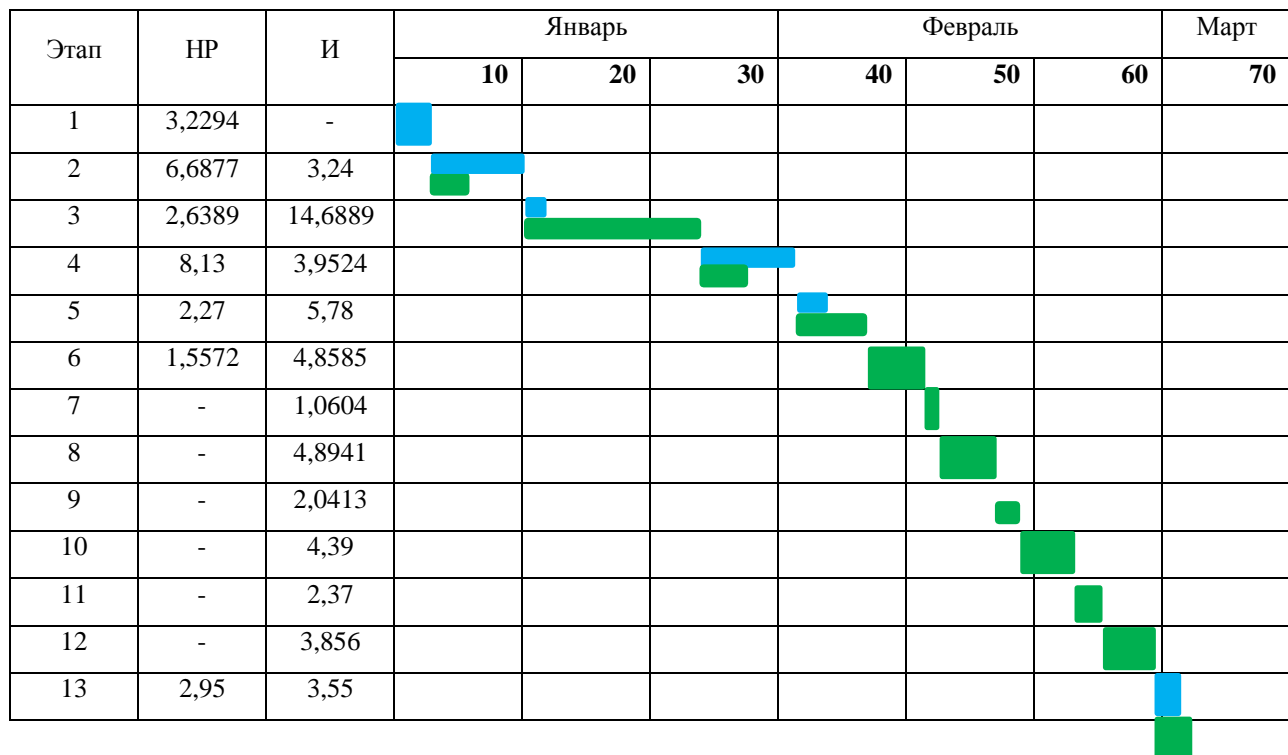
В таблице 13 приведен пример определения продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников


проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_d = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} * K_d$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на T_k (здесь оно равно 1,212). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям T_{kd} (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта – см. пример в таблице 14.

Таблица 13 - Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел. - дн.			
					Т _{рд}		Т _{кд}	
		tmin	tmax	тож	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	3	5	3,8	2,68	-	3,2294	-
Составление и утверждение плана работ	НР, И	7	8	7,4	5,55	2,69	6,6877	3,24
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	12	14	12,8	2,19	12,19	2,6389	14,6889
Календарное планирование	НР, И	7	12	9	6,75	3,28	8,13	3,9524
Составление и согласование технологического маршрута	НР, И	4	7	5,2	1,89	4,8	2,27	5,78
Выбор средств необходимого технологического обеспечения	НР, И	3	6	4,2	1,2923	4,032	1,5572	4,8585
Выбор и расчет режимов резания	И	1	2	1,4	-	0,88	-	1,0604
Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ	И	4	5	4,4	-	4,0615	-	4,8941
Оформление эскизов	И	2	3	2,4	-	1,6941	-	2,0413
Оформление комплекта технологической документации	И	3	5	3,8	-	3,648	-	4,39
Расчет социальной ответственности	И	2	4	2,8	-	1,97	-	2,37
Расчет экономической части	И	2	7	4,8	-	3,2	-	3,856
Подведение итогов	НР, И	2	5	3,2	2,25	2,71	2,95	3,55
Итого:				70,2	22,6023	45,1556	24,5087	54,6816

Таблица 14 – Линейный график работ



 - НР

 - И

3.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

3.4 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приближенно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это $5 \div 20 \%$.

Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах.

Таблица 15 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб	Кол - во	Сумма, руб.
Услуги печати:			
A4	2	90	642
A4 (цветная)	6	2	
A4 (.cdw, .dwg)	5	33	
A3 (.cdw, .dwg)	10	5	
A2 (.cdw, .dwg)	35	3	
A1 (.cdw, .dwg)	130	1	
Канцелярия:			
тетрадь	40	1	3188
ручка	80	1	
степлер	3000	1	
скобы	34	2	
Лицензия КОМПАС – 3D v16.1 НОМЕ (1 год)	1500	1	1500
Лицензия FEATURECAM (1 год)	15000	1	15000
Итого:			20350

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны:

$$C_{\text{мат}} = 20350 \cdot 1,05 = 21367,5 \text{ руб.}$$

3.5 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = МО/25,083$$

Учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчет затрат на полную заработную плату приведем в виде таблицы 16. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях, с округлением до целого взяты из таблицы 13. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$; $K_{\text{р}} = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{\text{доп.ЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{\text{и}} = 1,62$.

Расчет заработной платы представим в виде таблицы:

Таблица 16 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффици циент	Фонд з/платы, руб.
НР	64563.20	2573,18	22	1,699	762770,4
И	32068.40	1278,47	45	1,62	384820,8
Итого					1 147591,2

3.6 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3$.
Итак, в нашем случае

$$C_{\text{соц.}} = 1147591,2 * 0,3 = 344277,36 \text{ руб.}$$

3.7 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}},$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$\text{Ц}_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Так как работа на 99% выполнялась на домашнем ПК тариф одноставочный на электроэнергию для населения (на первое полугодие 2019года) $\text{Ц}_{\text{э}} = 3,42 \text{ руб./квт·час}$ (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 13 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} * K_t,$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{РД}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{об}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном.} * K_C ,$$

где $P_{ном.}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчет затрат на электроэнергию для технологических целей представим в виде таблицы 17.

Таблица 17 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\mathcal{E}_{об}$, руб.
Персональный компьютер	360·0,8	0,375	461,7

3.8 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта. Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{H_A \cdot \mathcal{C}_{об} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_d} ,$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$\mathcal{C}_{об}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может

быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} . Например, для ПК в 2015 г. (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_d = 298 \cdot 8 = 2384$ часа;

t_{pf} – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для определения N_A следует обратиться к приложению 1, содержащему фрагменты из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования $\equiv C_A$. Например, для ПК это $2 \div 3$ года. Необходимо задать конкретное значение C_A из указанного интервала, например, 2,5 года. Далее определяется N_A как величина обратная C_A , в данном случае это $1 : 2,5 = 0,4$.

Стоимость ПК 40000 руб., время использования 360 часов, тогда для него

$$C_{AM} = \frac{0,4 \cdot 40000 \cdot 360 \cdot 1}{2348} = 2453,151 \text{ руб., (начисленная амортизация).}$$

3.9 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,1$$

Для нашего примера это

$C_{\text{проч.}} = (21367,5 + 1147591,2 + 344277,36 + 461,7 + 2453,151) \cdot 0,1 = 151615,091$
руб.

3.10 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта (представим в виде таблицы 5.7)

Таблица 18 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	21367,5
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	1147591,2
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	344277,36
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	461,7
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	2453,151
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	151615,091
Итого:		1 667 766, 02 руб

3.11 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере $5 \div 20 \%$ от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 335553,2 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

3.12 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это

$$(1667766,02 + 335553,2) \cdot 0,2 = 2003319,22 \cdot 0,2 = 400,663,844 \text{ руб.}$$

3.13 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 1667766,02 + 335553,2 + 400,663,844 = 2403983,104 \text{ руб.}$$

3.14 Оценка экономической эффективности проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта. Так как последние являются единовременными, то мы имеем дело с частным случаем задачи оценки экономической эффективности инвестиций, т.е. вложением денежных средств в предприятие, организацию, отраслевую, региональную социально-экономическую систему и т.п. (т.н. объекты инвестиций) с целью получения определенного результата в будущем. Отличительными особенностями инвестиций, особенно когда речь идет о вложениях в нематериальные активы в форме НИР и ОКР являются:

- результат может быть получен в течение ряда последующих лет, в общем случае – на протяжении жизненного цикла создаваемой системы;
- результаты инвестиций содержат элементы риска и неопределенности;
- связывание на некоторое время финансовых средств инвестора.

Инвестиции предполагают расширение функциональных возможностей их объектов, влияя на многие стороны их деятельности. Посредством правильной инвестиционной политики организации достигают своих стратегических и тактических целей, таких как проникновение на рынок, увеличение доли рынка, рост доходности и т.д.

Необходимость экономической оценки инвестиций связана со следующими факторами:

- ограниченность источников финансирования;
- наличие многих направлений инвестирования средств;
- различие в отдаче инвестиций, направляемых на различные цели.

Это вызывает необходимость качественного и количественного анализа исходного множества инвестиционных проектов с целью отбора ограниченного множества наиболее эффективных. Исходным является качественный анализ, в ходе которого проекты проверяются по ряду критериев, среди которых типовыми являются:

- соответствие целям и стратегии развития объекта инвестирования;
- соответствие финансовым возможностям инвестора;
- правовая обеспеченность проекта;
- обеспеченность кадрами специалистов, сырьевой базой, каналами сбыта и т.д.

Качественный анализ позволяет радикально ограничить круг перспективных проектов, но зачастую его недостаточно для формирования окончательного множества, подлежащего реализации. В этом случае он дополняется количественным анализом, предполагающим использование ряда расчетных показателей, позволяющих в итоге проранжировать оставшиеся проекты с точки зрения их экономической эффективности.

Каждый из таких показателей, представляет собой количественную модель соотнесения величины инвестиций в проект с адекватным им экономическим результатом (эффектом), при этом и те и другие могут носить распределенный в календарном времени характер.

Прежде чем приступить к расчету данных показателей, необходимо основательно разобраться с содержанием и масштабами ожидаемого эффекта. Что касается инвестиций, будем считать, что их характеристики определены в ходе предварительной проработки проекта.

В зависимости от того, в какой сфере и форме проявляется эффект различают следующие его виды: бюджетный, народнохозяйственный, коммерческий. Адекватно различаются виды эффективности инвестирования.

Первый связан с последствиями осуществления проекта для федерального, регионального и местного бюджетов. Это могут быть изменения налоговых поступлений, поступлений за пользование природными ресурсами, поступлений таможенных пошлин и акцизов по продукции, производимой в соответствии с проектом, снижение затрат бюджета на субсидирование отдельных производств и т.п.

Второй отражает результаты реализации проекта с точки зрения интересов всего народного хозяйства, а также участвующих в нем регионов, отраслей и организаций. Он обычно проявляется в увеличении выручки от реализации продукции, снижении затрат на ее производство и эксплуатацию, на управление производством и т.д.

Третий отражает финансовые последствия проекта для его участников – изменение финансовых результатов их деятельности, уровня капитализации участников проекта.

Определение круга учитываемых при расчете показателей эффектов является одним из исходных пунктов оценки эффективности инвестиций и делается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта.

3.15 Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)

Данный показатель определяет продолжительность того периода, через который инвестиции будут возвращены полученной благодаря им прибылью. Чем меньше PP, тем эффективнее проект. Использование показателя предполагает установление для него приемлемого значения как меры эффективности инвестиций.

Используется формула:

$$PP = \frac{I_0}{PP_{\text{ч}}},$$

Где: I_0 – величина инвестиций;

$PP_{\text{ч}}$ – годовая чистая прибыль.

Применяется в тех случаях, когда величины $PP_{\text{ч}}$ примерно равны по годам эксплуатационной стадии проекта. Если это не так, то применяется следующая модификация:

$$PP = n_{\text{ц}_j} + \frac{\Delta PP_{\text{ч}_j}}{PP_{\text{ч}_{j+1}}},$$

Где: $n_{\text{ц}_j}$ – целое число лет, при котором накопленная сумма прибыли наиболее близка к величине инвестиций I_0 , но не превосходит ее;

$\Delta PP_{\text{ч}_j}$ – непокрытая часть инвестиций по истечении $n_{\text{ц}_j}$ лет реализации проекта;

$PP_{\text{ч}_{j+1}}$ – прибыль за период, следующий за $n_{\text{ц}_j}$ -м.

Произведем расчет и представим его в виде таблицы 19.

Таблица 19 – Накопленные денежные поступления по проекту

Год	Инвестиции	Прибыль	Накопленный денежный поток
0	-18	0	-18
1	-	4	-16
2	-	6	-10
3	-	9,5	-0,5
4	-	4	3,5
5	-	4	7,5

Здесь 3-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0,5) от инвестированной суммы в 18 млн. руб., следовательно, $n_{цj}=3$.

Тогда $\frac{\Delta PR_{чj}}{PR_{чj+1}} = 0,5/3,5 = 0,159$; следовательно, $PP \approx 3,16$ лет.

Очевидным недостатком рассмотренного показателя является его относительный характер – он не отражает масштаб проекта и соответственно объем полученного результата. Поэтому наряду с PP целесообразно рассчитать величину накопленного чистого эффекта по формуле

$$NPV = \sum_{j=1}^n PR_{чj} - I_0 ,$$

где n – продолжительность в годах периода оценки эффекта, например, жизненного цикла проекта или прогнозируемого периода. Очевидно, что в итоге реализации проекта эта величина должна быть положительной, иначе проект убыточен.

Если период реализации проекта больше одного года и величины $PR_{чj}$ существенно различаются по годам реализационного периода, то необходимо учесть изменение ценности денег во времени. В этом случае используют их дисконтированные аналоги, получаемые путем деления $\Delta PR_{чj}$ и $PR_{чj+1}$ на $(1 + i)^j$, где i – ставка дисконтирования (целевой уровень годовой доходности инвестируемых средств). Она принимается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта. При определении $n_{цj}$ также используются дисконтированные значения ежегодной прибыли. Такая (динамическая) оценка инвестиций является более надежной, особенно при сравнении конкурирующих проектов. В таблице 20 показано, как определяется значение PP для тех же исходных данных, что и в таблице 19, но с учетом убывания реальной стоимости результатов в будущие периоды (годы) относительно периода инвестирования – чем дальше в будущее, тем она меньше на единицу номинального эффекта, принято, что $i = 0,1$.

Таблица 20 – Расчет дисконтированного срока окупаемости

Год	Инвестиции	Номинальная прибыль	Коэффициент дисконтирования $1/(1+0,1)$	Дисконтированная прибыль	Накопленный денежный поток
0	-18	0	1	0	-18
1	-	4	0,9091	3,0909	-15,9091
2	-	6	0,8264	5,7136	-9,8264
3	-	9,5	0,7513	8,7487	-1,7513
4	-	4	0,683	3,317	1,683
5	-	4	0,6209	3,3791	5,0621

Здесь 3-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (1,7513) от инвестированной суммы в 18 млн. руб., следовательно, $n_{цj}=3$. Тогда $\frac{\Delta PR_{чj}}{PR_{чj+1}} = 1,7513/5,0621 = 0,3459$; следовательно, $PP \approx 3,345$ лет.

Заключение

В данной части работы были произведена организация и планирование работ, расчет сметы затрат на выполнение проекта, и оценка экономической эффективности проекта. В ходе проделанной работы была определена цена научно исследовательской работы, она составила 2 403 983,104 руб; определен срок окупаемости инвестиций с учетом изменения ценности денег во времени, он составил 3,3 года.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A51	Лазутин Алексей Федорович

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Кулачок»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В качестве объекта исследования выступает производственный технологический процесс детали «Кулачок» В технологическом бюро проводится технологическая подготовка производства детали «Кулачок». Область применения - космическая отрасль. При разработке в основном используется компьютерная техника, которая неблагоприятно влияет на здоровье и несет за собой ряд опасных факторов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	СанПиН 2.2.4-548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ ГОСТ 12.1.044-91 ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	При изучении объекта были выявлены такие вредные факторы как: 1.1 Вредные факторы. 1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. Автоматическая система кондиционирования поддерживает параметры микроклимата на оптимальном уровне. 2. Повышенный уровень шума на рабочем месте. Снижение уровня шума

	<p>обеспечивается звукоизоляционными материалами и правильным расположением оборудования.</p> <p>3. Недостаточная освещенность рабочей зоны. При недостаточной освещенности используется искусственное освещение рабочего места.</p> <p>4. Нервно-психические перегрузки. Соблюдение режимов работы и отдыха.</p> <p>1.2 Опасные факторы.</p> <p>1. Опасность поражения электрическим током. На всех токопроводящих элементах должна быть установлена изоляция, соблюдаться техника безопасности, запрещается использовать неисправные приборы.</p> <p>2. Пожароопасность. Соблюдение правил пожарной безопасности, соблюдение инструкций по эксплуатации оборудования.</p>
3. Экологическая безопасность:	Отходы такие как люминесцентные лампы и микросхемы необходимо правильно утилизировать так как они загрязняют окружающую среду
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией для учебного корпуса является пожар. В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A51	Лазутин Алексей Федорович		

4 Социальная ответственность

Введение

При выполнении выпускной квалификационной работы основным видом деятельности являлась разработка технологическая подготовка производства детали «Кулачок».

Работа инженера-технолога связана с большими нагрузками как умственными, так и психологическими. Длительная работа в плохо-вентилируемом помещении, с высоким уровнем шума, нестабильной температурой и влажностью воздуха, а также недостаточным уровнем освещения неблагоприятно сказывается на самочувствии работника, следствием чего может явиться снижение производительности труда.

Основным рабочим местом при написании ВКР служило технологическое бюро. В ходе выполнения ВКР основная часть работы производилась за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд вредных и опасных факторов. Данный раздел ВКР посвящается анализу факторов, негативно влияющих на рабочего. На основе действующих нормативных документов будут приведены рекомендации по минимизации данного вредного влияния.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Каждый день в помещениях, в которых располагаются ПК, должна проводиться влажная уборка, а также систематическое проветривание помещения.

Для интерьера помещений рекомендуется использовать материалы пастельных тонов. Окраска ПК и прилегающий к нему техники должны иметь темные цвета с высококонтрастными органами управления и надписями к ним. Технологическое бюро имеет следующую окраску:

потолок - белый;

- стены - сплошные, персикового цвета;
- пол - бежевый.

Для отделки полов наиболее приемлемыми считаются гладкие, нескользящие материалы, которые имеют антисептические свойства.

При организации рабочих мест необходимо учитывать, что расстояние между боковыми поверхностями мониторов должно составлять не менее 1,2 метров, между экраном монитора и тыльной частью другого – не менее 2 метров. Высота рабочего стола должна составлять 680 – 800 мм.

Режим труда и отдыха работников установлен трудовым кодексом. Согласно трудовому законодательству в течение восьмичасового рабочего дня отводится время для перерывов на отдых и питание. Продолжительность перерывов на отдых и питание варьируется от 30 до 60 минут. Работающим женщинам с детьми в возрасте до 1,5 года предоставляются помимо перерывов на питание и отдых дополнительные перерывы для кормления ребенка не реже чем каждые три часа и не короче 30 мин.

4.2 Производственная безопасность

Физическим опасным фактором на рабочем месте оператора ПК является опасность поражения электрическим током и пожароопасность.

К физическим вредным факторам относятся: отклонение показателей микроклимата в помещении, повышенный уровень шума на рабочем месте, недостаточная освещенность рабочей зоны.

К психофизиологическим вредным факторам относятся: монотонный режим работы, статические физические перегрузки, эмоциональные стрессы, степень нервно-эмоционального напряжения.

Таблица 21 – Опасные и вредные факторы рабочей зоны.

Факторы	Стадии разработки			Нормативны е документы
	Проектирован ие	Технологичес кая Подготовка производства	Изготовлени е	
1. Отклонение показателей микроклимата в помещении	+	+	+	СанПиН 2.2.4-548-96
2. Превышение уровня шума	-	-	+	СН 2.2.4/2.1.8.56 2-96
3. Недостаточная освещенность	-	-	+	СП 52.13330.201 1
4. Нервно – психические перегрузки	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340 -03
5. Электрический ток	+	+	+	ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ
6. Пожароопаснос ть	+	+	+	ГОСТ 12.1.044-91

4.3 Анализ вредных и производственных факторов

4.3.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Во время работы в помещении на человека оказывает влияние климат внутренней среды этого помещения – микроклимат. В помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. Основными факторами, характеризующими микроклимат производственной среды, являются температура, подвижность и влажность воздуха. Для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяются устройства систем приточно-вытяжной вентиляции, кондиционирование воздуха и отопление. При нормировании метеорологических условий в производственных помещениях учитывается время года и количество избыточного тепла в помещении. На рабочих местах пользователей персональных компьютеров должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (таблица 22) .

Таблица 22 – Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный и переходный	Температура воздуха в помещении	22 – 24 °С
	Относительная влажность воздуха	40 – 60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23 – 25 °С
	Относительная влажность воздуха	40 - 60 %
	Скорость движения воздуха	0,1 - 0,2 м/с

Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Объем помещения, м ³	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ /на одного человека в час
до 20	Не менее 30
20–40	Не менее 20
Более 40	Естественная вентиляция

Согласно паспорту технологического бюро в помещении обеспечиваются следующие параметры: поддержание температуры на уровне 22 - 24°С; относительная влажность в помещении 40-60 %; скорость движения воздуха 0,1 м/с; данные значения поддерживаются автоматической системой кондиционирования.

4.3.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Длительное воздействие шума на организм человека приводит к неблагоприятным последствиям: снижается острота зрения и слуха, повышается кровяное давление, притупляется внимание.

Здание, в котором расположено технологическое бюро, удалено от сильных источников шума, таких как центральные улицы, автомобильные и железных дороги и т.д.

Шум на рабочем месте создается внутренними источниками, такими как устройства кондиционирования воздуха и другим техническим оборудованием. Уровень шума на рабочем месте пользователя персонального компьютера не должен превышать значений, установленных СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 (не должен превышать 50 дБА).

Для снижения уровня шума следует применять рациональное расположение оборудования, а также средства для ослабления шума самих источников, в частности, необходимо предусмотреть применение в их конструкциях акустических экранов, звукоизолирующих кожухов. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлено оборудование, должны быть облицованы звукопоглощающими материалами. Для стен и потолка коэффициент звукопоглощения таких материалов определяется в области частот 63-8000 Гц.

В технологическом бюро уровень внутренних шумов не превышает предельно допустимого значения, установленного в ГОСТ 12.1.003-2014.

4.3.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

К освещенности рабочего места инженера-технолога предъявляются следующие требования:

- освещенность должна соответствовать характеру зрительной работы;
- величина освещенности должна быть постоянна во времени;
- должны отсутствовать пульсации светового потока ИС.

В помещениях, в которых установлены компьютеры, должно быть предусмотрено как искусственное, так и естественное освещение.

Требования, предъявляемые к освещенности, при выполнении работ высокой точности:

- общая освещенность должна составлять 300 лк,
- комбинированная освещенность – 750 лк.

При выполнении работ средней точности:

- общая освещенность должна составлять 200 лк,
- комбинированная освещенность – 300 лк.

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол, оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

В качестве источников искусственного освещения на рабочем месте используются люминесцентные лампы, которые попарно объединены в светильники. Помещение соответствует стандартным нормам освещения помещений, где установлены компьютеры, с освещённостью 300 лк.

4.3.4 Нервно-психические перегрузки

Данный вид вредных факторов возникает в случае неравномерного распределения времени работы и отдыха. В случае, если на отдых отводится недостаточное количество времени, у работника возникают жалобы на головную боль, перенапряжение зрительного аппарата, раздражительность, неудовлетворенность работой. Недостаточное время на отдых при работе с компьютером приводит к ощущениям беспокойства и депрессивным состояниям, вследствие чего возникает проблема со сном, боли в мышцах, шее и пояснице. Снижение трудоспособности напрямую зависит от соблюдения режима работы и отдыха.

4.3.5 Электробезопасность

Опасным фактором в рабочей зоне инженера-технолога можно считать повышенный уровень статического электричества.

Опасность поражения человека электрическим током существует во всех случаях, когда используются электрические установки и оборудование. Для предотвращения поражения электрическим током необходимо по возможности исключить причины поражения, к которым относятся:

- случайные прикосновения к задней панели системного блока, а также переключение разъемов периферийных устройств работающего компьютера;
- появление напряжения на механических частях электрооборудования (корпусах, кожухах и т.д.) в результате повреждения изоляции или других причин;
- возникновения «шагового» напряжения на поверхности земли или опорной поверхности;

- множества сетевых фильтров и удлинителей превышают уровень электромагнитных полей токов частоты 50 Гц.

Согласно требованиям «Правил устройства электроустановок», утвержденных Госэнергонадзором от 12.04.2003, технологическое бюро, где производится проектирование комплекса, должна быть оборудована следующим образом:

- на распределительном щитке имеется рубильник для отключения общей сети электропитания;

- во всех приборах имеются предохранители для защиты от перегрузок в общей сети питания и защиты сети при неисправности прибора.

Эксплуатация приборов должна соответствовать «Правилам технической эксплуатации» электроустановок промышленных предприятий. Согласно этим правилам необходимо исключить возможность прикосновения человека к токоведущим частям приборов. Для этого проводятся следующие мероприятия:

- Наличие изоляции на всех токоведущих проводниках;

- Для подключения приборов должны использоваться только стандартные электрические разъемы;

- При проведении работ с включенными в сеть приборами строго соблюдается инструкция по технике безопасности;

- Запрещено использование в работе неисправных приборов.

Технологическое удовлетворяет приведенным выше требованиям, что позволяет отнести ее к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током. Это сухое помещение без повышенного содержания пыли, температура воздуха – нормальная.

4.3.6 Пожаро и взрывобезопасность

Основными причинами пожаров являются нарушение технологического режима работы оборудования, неисправность электрооборудования, плохая

подготовка оборудования к ремонту, самовозгорание различных материалов и др.

В соответствии с нормативными документами (ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования») вероятность возникновения пожара в течение года не должна превышать 10^{-6} .

Так как помещение, в котором установлены компьютеры, по степени пожароопасности относится к категории В, т.е. к помещениям с твердыми сгораемыми веществами, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического и организационного плана.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж работников, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, а также наличие плана эвакуации.

Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара. Они включают в себя обеспечение подъездов к зданию; обесточивание электрических кабелей; наличие гидрантов с пожарными рукавами, пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах; тепловую сигнализацию и телефонную связь с пожарной охраной. Также необходимым является наличие огнетушителей.

4.4 Экологическая безопасность

Образование отходов является неотъемлемой частью производственных процессов. Отходы загрязняют окружающую среду и образуют высокие концентрации токсичных веществ.

В бюро, источником загрязнения окружающей среды являются люминесцентные лампы, с помощью которых реализовано освещение. В трубках люминесцентных ламп содержится от 3 до 5 мг ртути. Также источником загрязнения являются использованные микросхемы. В них содержатся такие опасные вещества как: свинец, литий, кадмий, бериллий. Лампы и микросхемы относятся к первому классу токсичных отходов и являются чрезвычайно опасными, они требуют специальной утилизации. Утилизация ламп и микросхем заключается в демонтаже основных средств, разделении и дроблении элементов, содержащих вредные вещества.

4.5 Чрезвычайные ситуации

В процессе проектирования осветительных установок может возникнуть чрезвычайная ситуация техногенного характера. ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, пожаров, взрывов на объектах. Аварии и катастрофы на объектах характеризуются внезапным обрушением зданий, сооружений, авариями на энергетических сетях, авариями в коммунальном жизнеобеспечении, авариями на очистных сооружениях, технологических линиях и т.д.

В чрезвычайной обстановке особенно важное значение имеют сроки эвакуации людей за пределы зон разрушений.

Очень важны действия аварийно-технических формирований, которые немедленно должны отключить еще не поврежденные энергетические и коммунально-технические сети для локализации аварии.

В помещении бюро возможной ЧС может быть возникновение пожара.

Пожарная безопасность осуществляется системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. В каждом служебном помещении обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре» (рисунок 8), который регламентирует действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывает места расположения пожарной техники.



Рисунок 8 – План эвакуации

Необходимые меры для обеспечения тушения пожаров:

1. Обеспечение подъездов к зданию.
2. Обесточивание электрических кабелей.
3. Наличие пожарных щитков, ящиков с песком в коридорах и гидрантов с пожарными рукавами.
4. Наличие тепловой сигнализации.
5. Наличие телефонной связи с пожарной охраной.
6. Наличие огнетушителей.

Порядок действий в случае обнаружения пожара или признаков горения:

1. Немедленно сообщить о пожаре в пожарную охрану по телефону 01 (четко назвать адрес, что горит и чему угрожает).
2. Сообщить о пожаре руководству.
3. Оповестить персонал о пожаре и порядке эвакуации.
4. По возможности принять меры к эвакуации людей, материальных ценностей и одновременно приступить к тушению очага пожара первичными средствами пожаротушения.
5. Организовать встречу пожарных подразделений, сообщить руководителю тушения пожара о наличии оставшихся людей в здании.

Предусмотренные средства пожаротушения: огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре). Кроме того, каждое помещение оборудовано системой противопожарной сигнализации.

В разделе социальной ответственности были рассмотрены вредные и опасные факторы на рабочем месте в технологическом бюро, представлены нормативные документы, предложены меры по предупреждению и устранению ЧС.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Кулачок», проведен анализ технологичности детали, выявлены ее сильные и слабые стороны, выбрана заготовка. Подсчитаны режимы резания данной обработки детали. Произведен расчет минимальных припусков на обработку, затраты на оборудование и режущий инструменты. Разработано специальное приспособление для профилешлифовальной операции.

Разработка данных пунктов позволит обеспечить получение изделий требуемого качества, понижение трудоемкости мелкосерийного производства. Рациональный выбор метода получения исходной заготовки сделал производство экономичнее. Расчет минимальных припусков аналитическим методом позволяет уменьшить затраты на механическую обработку, так как он более точен и расчетный припуск меньше припуска, выбранного по таблице. Технологический процесс с использованием нового оборудования и прогрессивных средств оснащения уменьшает трудоемкость изготовления изделия.

Посчитаны экономические затраты на производство данной детали и предложения пути решения данной проблемы.

Выявлены опасные и вредные факторы при разработке данной детали, а так же меры предупреждения возникновения ЧС на производстве.

Список литературы

1. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 324 с.
2. Лахтин М.Ю., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для машиностроительных вузов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение: 1980 – 493 с.
3. Богодухов С.И., Козик Е.С. Материаловедение: учебник / С.И Богодухов., Е.С. Козик: Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 536 с.
4. ГОСТ 27782 – 88. Материалоемкость изделий машиностроения. Термины и определения, 1989 – 4с.
5. Припуски на механическую обработку [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pripuskov_VN_rusPDF.pdf
6. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т./под ред. А.М. Дальского; А.Г. Косиловой; Р.К. Мещерякова; А.Г. Суслова. – 5-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2003.
7. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа конструкторских изделий: учебное пособие / В.Ф Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 80с.
8. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А.Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65 с.
9. Сайт подбора вакансий [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://russia.trud.com/>
10. Металлорежущие станки: учебное пособие / А.М. Гуртяков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск, 2009. – 350 с.

11. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х т. Т. 2. Проектирование и использование технологической оснастки металлорежущих станков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. – 376 с., ил.
12. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л., Машиностроение, 1975.
13. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. -352 с.
14. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
15. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
16. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».
17. ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
19. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

Приложение А (обязательное)

Комплект документов

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

30

1

ИШНПТ - 1042.00.00.00

Кулачок

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На маршрутный технологический процесс механической обработки

детали «Кулачок»

Проверил: ассистент

Анисимова М.А.

Выполнил: студент группы 4А51

Лазутин А.Ф.

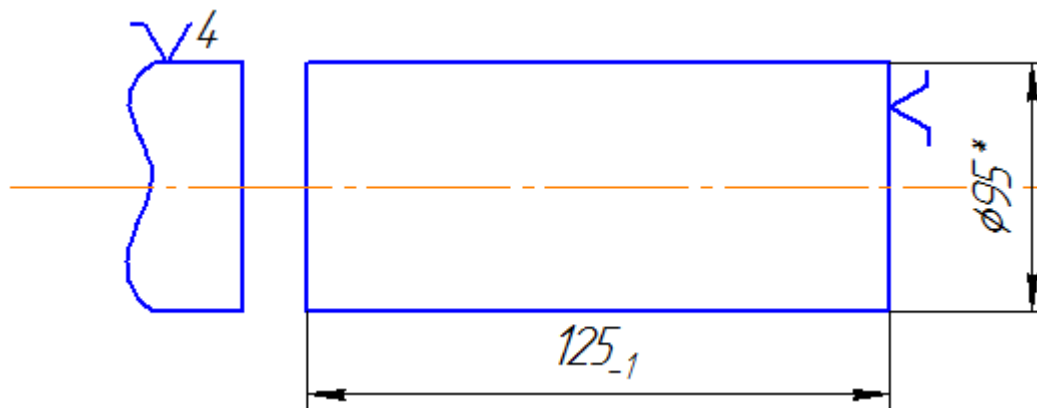
										ГОСТ 3.1118 – 82				Форма 1						
Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
												2		1						
Разраб.	Лазутин А.Ф					ИШНПТ - 1042.00.00.00														
Провер.	Анисимова М.А																			
					Кулачок										КДИ					
Н.контр.	Анисимова М.А																			
M01	Круг ГОСТ 2590-88/Сталь 40х ГОСТ 4543-88																			
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Вид загот.		Профиль и размеры		КД				МЗ				
	080000		кг	2153	1	6,8	4,62	Прокат		Ø95 x 125		1	9,9							
А	цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа												
Б	Код, наименование оборудования							см	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Тп.з	Т шт.		
A01	005 Заготовительная																			
B02	Ножовочный автоматический отрезной станок 8725										Слесарь	2	18446	1	1	1	1 4,791			
A03	010 Токарная с ЧПУ																			
B04	Токарный станок с ЧПУ LEADWELL LTC -25 iXL										Оператор станка с ЧПУ		4	1	1	12 10,8				
B05	015 Контрольная																			
A06	Стол контролера ГОСТ 19917-93										Контролер	4	12958	1	1	1	1 1			
B07	020 Фрезерная с ЧПУ																			
A08	Фрезерный станок с ЧПУ FPV 30G CNC										Оператор станка с ЧПУ		4	16045	1	1	1	15 1,292		
B09	025 Слесарная																			
A10	Верстак слесарный ГОСТ 19917-93										Контролер	4	12958	1	1	1	2 5			
B11	030 Контрольная																			
A12	Стол контролера ГОСТ 19917-93										Слесарь	2	18446	1	1	1	1 3			
A13	035 Плоскошлифовальная																			
A14	Плоскошлифовальный станок 3Г71										Шлифовщик	4	19630	1	1	1	25 5,995			
МК		88																		

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

[illegible][illegible]

Разраб.	Лазутин А.Ф			НИ ТПУ	ИШНПТ - 1042.00.00.00		
Провер.	Анисимова М.А						

					Кулачок				005
Н.контр.	Анисимова М.А								

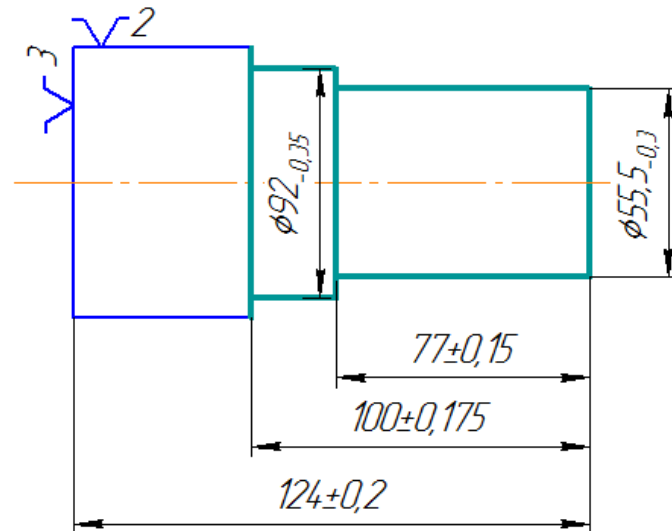
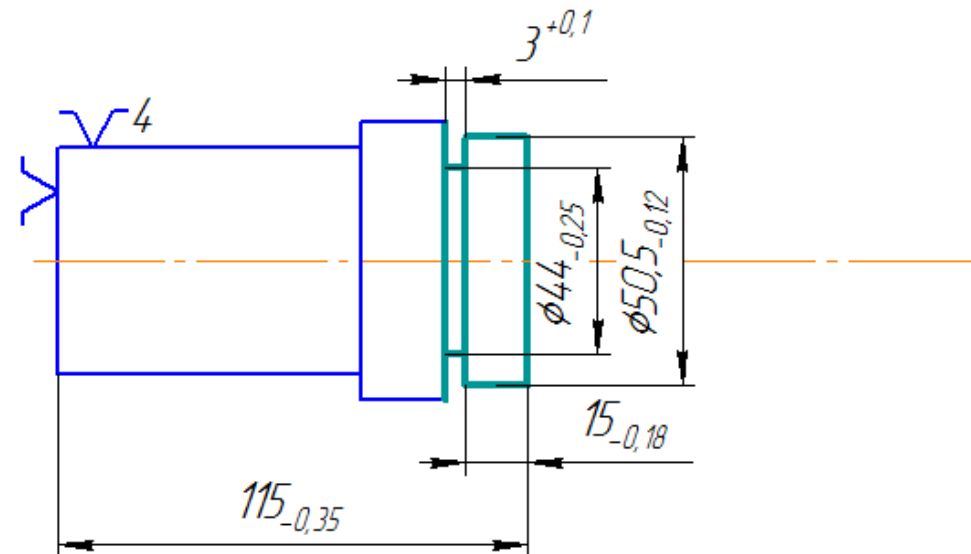


										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													1	1	
Разраб.	Лазутин А.Ф				НИТПУ	ИШНПТ - 1042.00.00.00									
Пров.	Анисимова М.А														
Н. контр.	Анисимова М.А				Кулачок									005	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Заготовительная				Сталь 40Х ГОСТ 2590-88			179		кг	2,14	Прокат Ø95x125			9,9	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Ножовочный автоматический отрезной станок 8725							3,65	0,54		1	4,791				
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
O01	А. Установить заготовку в призмы														
O02	Базы: наружный диаметр и торец														
T03	Ножовочное полотно 2800-0053 ГОСТ 6645-86														
O04	1. Отрезать заготовку, выдержав размер 125,1 мм.														
T05	Линейка 150 ГОСТ 427-75														
P06	Ø9512510,151030														
07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
OK		91													

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

2

Разраб.	Лазутин А.Ф			НИ ТПУ	ИШНПТ - 1042.00.00.00				
Провер.	Анисимова М.А								
					Кулачок				010
Н.контр.	Анисимова М.А								

 $\sqrt{Ra\ 3,2}$ $\sqrt{Ra\ 3,2}$ *Установ А**Установ Б*

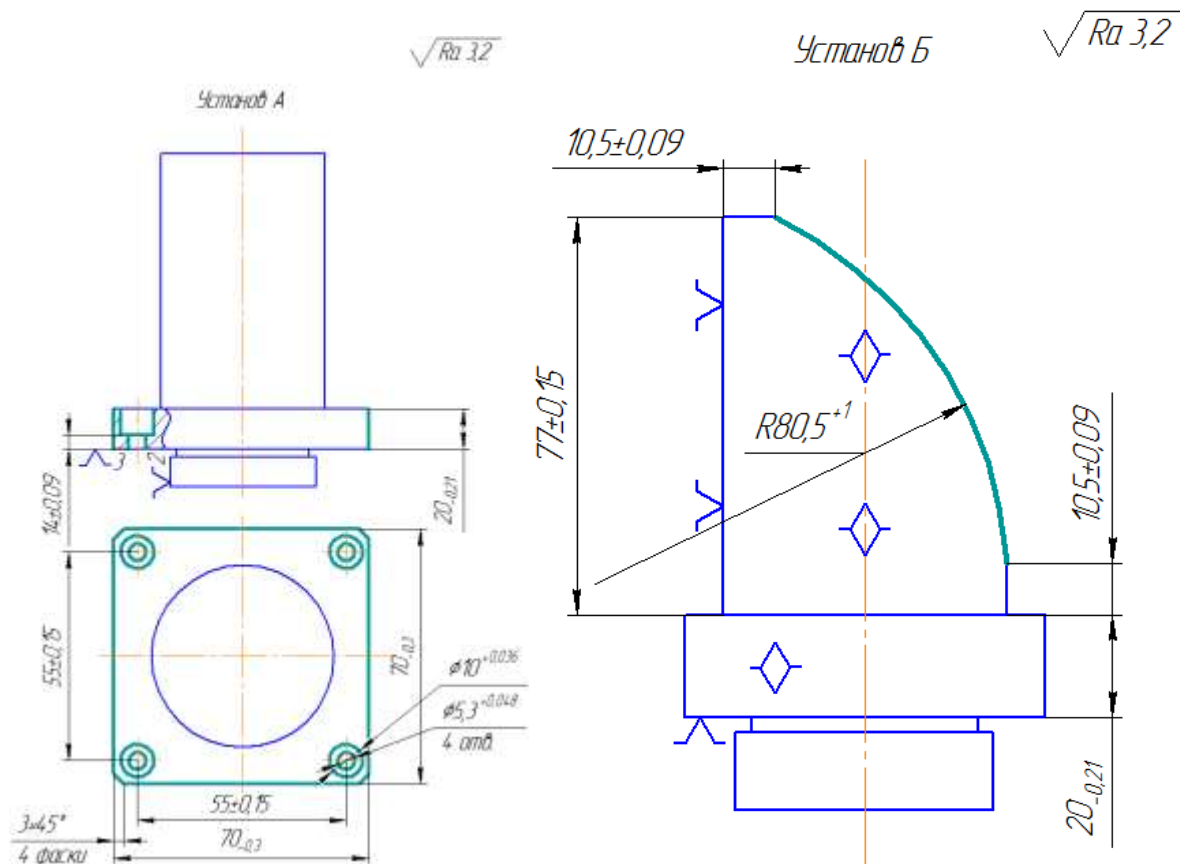
										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												2	1	
Разраб.	Лазутин А.Ф			НИТПУ	ИШНПТ - 1042.00.00.00									
Пров.	Анисимова М.А													
Н. контр.	Анисимова М.А			Кулачок									010	
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Токарная с ЧПУ				Сталь 40Х ГОСТ 2590-88		179	кг	2,14	Прокат Ø95x125			9,9	1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Токарный станок с ЧПУ LEADWELL LTC - 25 iXL, Siemens 828D						3,7	1	0,2	4,7					
Р				ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V			
O01	А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон													
O02	База: наружный диаметр и торец													
T03	Трехкулачковый патрон 7100-0010 ГОСТ 2675-80													
T04	Резцедержатель с перпендикулярным пазом 294.341.121													
O05	1. Подрезать торец, выдерживая размеры: 124±0,2 мм.													
T06	Резец подрезной 2112-0005 T15K6 ГОСТ 18880-73													
P07				Ø95		124		1	1	0,2		670	180	
O08	2. Точить наружный диаметр, выдерживая размеры: Ø92 _{-0,35} мм; 100±0,175 мм.													
T09	Резец проходной отогнутый 2102-0005 T15K6 ГОСТ 18877-73													
T10	Штангенциркуль ШЦ- I-125-0,05, ГОСТ 166-89													
T11	Микрометр МК125-1 ГОСТ 6507-90													
P12				Ø92		100		1	2	0,4		565	164	
13														
OK		93												

[illegible]

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
													1	1		
Разраб.		Лазутин А.Ф		НИТПУ		ИШНПТ - 1042.00.00.00										
Пров.		Анисимова М.А														
Н. контр.		Анисимова М.А								Кулачок						015
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ	
Контрольная				Сталь 40Х ГОСТ 2590-88		179		кг	2,14	Прокат Ø95x125			9,9		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ					
Стол контролера ГОСТ 19917-93						11,75	2									
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
O01	Контролировать размеры: Ø55,5 _{-0,3} мм, 3 ^{+0,1} мм;															
T02	Штангенциркуль ШЦ- I-125-0,1, ГОСТ 166-89															
O03	77±0,15 мм, Ø92 _{-0,35} мм, 23±0,105 мм, Ø44 _{-0,25} мм, 115 _{-0,35} мм;															
T04	Штангенциркуль ШЦ- I-125-0,05, ГОСТ 166-89															
O05	Ø50,5 _{-0,12} мм; 15 _{-0,18} мм;															
T06	Микрометр МК125-1 ГОСТ 6507-90															
T07																
O08																
T09																
T10																
P11																
12																
13																
OK		95														

								2	1
				НИ ТПУ	ИШНПТ - 1042.00.00.00				
				Токарная с ЧПУ					010
				Оборудование, устройство ЧПУ				Особые указания	
				Токарный станок с ЧПУ LEADWELL LTC - iXL Siemens 828D					
				Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра	
				N40 T 04 D1				N185 G0 X109.0	
				N45 G71 G95 F0.15				N210 LIMS=600	
				N50 M42				N215 G96 S335	
				N55 LIMS=600				N220 G0 X55.5	
				N60 G96 S335 M3 M9				N225 G0 Z3.0	
				N65 G0 X-5.23				N230 G1 G95 Z-48.5 F0.15	
				N70 G0 Z3.0				N235 X86.5	
				N75 Z-0.03				N240 X92.16 Z-45.67	
				N80 G1 X2.0 Z-1.0				N245 G0 X109.0	
				N85 X105.0				N250 D0 SUPA X=R0 Z=R1	
				N90 X99.34 Z1.83				N275 T 02 D1	
				N95 G0 Z2.0				N285 M42	
				N100 D0 SUPA X=R0 Z=R1				N290 LIMS=600	
				N125 T 01 D1				N295 G96 S335 M3 M9	
				N130 G95 F0.15				N300 G0 X61.5	
				N135 M42				N305 G0 Z-48.5	
				N140 LIMS=600				N310 G1 X52.5	
				N145 G96 S335 M3 M9				N315 G0 X108.6	
				N150 G0 X55.5				N320 D0 SUPA X=R0 Z=R1	
				N155 G0 Z3.0				N345 T 04	
				N160 G1 Z-78.0				N350 G95 F0.15	
				N165 X86.5				N365 G96 S335 M3 M9	
				N170 G3 X88.5 Z-79.0 CR=1.0				N370 G0 X-5.23	
				N175 G1 Z-99.0				N375 G0 Z3.0	
				N180 X94.16 Z-96.17				N380 Z-29.53	
							Разраб.	Лазутин А.Ф	
							Консульт.	Анисимова М.А	
							Н. контр.	Анисимова М.А	
ККИ				96					

Дубл.																								
Взам.																								
Подп.																								
																						3		
Разраб.	Лазутин А.Ф				НИ ТПУ	ИШНПТ - 1042.00.00.00																		
Провер.	Анисимова М.А																							
						Кулачок																		020
Н.контр.	Анисимова М.А																							



										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3	
													3	1	
Разраб.		Лазутин А.Ф		НИТПУ		ИШНПТ - 1042.00.00.00									
Пров.		Анисимова М.А													
Н. контр.		Анисимова М.А		Кулачок								020			
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ	
Фрезерная с ЧПУ				Сталь 40Х ГОСТ 2590-88		179		кг	2,14	Прокат Ø95x125			9,9	1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ					
Фрезерный станок с ЧПУ FPV 30G CNC Siemens 840D Siemens						1,09	0,16	15	1,292						
Р				ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V			
O01	А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон														
O02	База: поверхность, наружный диаметр														
T03	Трехкулачковый патрон 7100-0010 ГОСТ 2675-80														
T04	Патрон цанговый 2-30-18-100 ГОСТ 26539-85														
O05	1. Фрезеровать по контуру, выдерживая размеры: 70 _{-0,3} мм; 20 _{-0,21} мм														
T06	Фреза концевая Ø12мм 2223-2611 Р6М5ГОСТ 23248 - 78														
T07	Микрометр МК125-1 ГОСТ 6507-90														
P08						70	20	2	1	0,07	1698	64			
O09	2. Центровать отверстия, выдерживая размеры: Ø2 ^{+0,3} мм; 55±0,15 мм;														
T10	Сверло центровочное комбинированное Ø2 2317-0007 Р6М5 ГОСТ 14952-75														
P11						Ø2	20	6	4	0,08	796	10			
T12															
T13															
OK		99													

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3а		
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
														2		
											ИШНПТ - 1042.00.00.00		020			
Р								ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V
O01	3. Сверлить сквозные отверстия, выдерживая размеры: Ø5,3 ^{+0,048} мм;															
T02	Патрон цанговый 2-30-18-100 ГОСТ 26539-85															
T03	Сверло спиральное Ø5,3 2300-6181 P6M5 ГОСТ 10902-77															
T04	Калибр-пробка 8133-0963 H12 ГОСТ 14810-69															
P05								Ø5,3		20	20	4	0,2	1593	25	
O06	4. Зенкеровать отверстия, выдерживая размеры: Ø10 ^{+0,036} мм; 6±0,3															
T07	Зенкер цельный Ø10 2323-0506 P6M5 ГОСТ 12489-71															
T08	Калибр-пробка 8133-0922 H10 ГОСТ 14810-69															
P09								Ø 10		20	2,35	4	0,6	987	31	
O10	Б. Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон															
O11	База: наружный диаметр, поверхность квадрата, торец															
T12	Трехкулачковый патрон 7100-0010 ГОСТ 2675-80															
T13	Патрон цанговый 2-30-18-100 ГОСТ 26539-85															
O14	1. Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры: R80,5+1 мм, 77±0,15 мм, 10,5±0,09 мм.															
T15	Фреза концевая Ø12мм 2223-2611 P6M5 ГОСТ 23248 - 78															
T16	Микрометр МК125-1 ГОСТ 6507-90															
T17	Шаблоны радиусные															
ОК																100

[illegible]

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
													1	1	
Разраб.		Лазутин А.Ф		НИТПУ		ИШНПТ - 1042.00.00.00									
Пров.		Анисимова М.А													
Н. контр.		Анисимова М.А		Кулачок								030			
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ
Контрольная				Сталь 40Х ГОСТ 2590-88		179		кг	2,14	Прокат Ø95x125			9,9		1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Стол контролера ГОСТ 19917-93						11,75	2								
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V		
O01	Контролировать размеры: Ø55,5 _{-0,3} мм, 3 ^{+0,1} мм, R80,5+1 мм, 70 _{-0,3} мм, 6±0,3 мм;														
T02	Штангенцикуль ШЦ- I-125-0,1, ГОСТ 166-89														
O03	77±0,15 мм, Ø92 _{-0,35} мм, 23±0,105 мм, Ø44 _{-0,25} мм, 115 _{-0,35} мм, Ø50 _{-0,25} мм ;														
T04	Штангенцикуль ШЦ- I-125-0,05, ГОСТ 166-89														
O05	Ø50,5 _{-0,12} мм; 15 _{-0,18} мм, 10,5±0,09 мм, 20 _{-0,21} мм;														
T06	Микрометр МК125-1 ГОСТ 6507-90														
O07	Ø5,3 ^{+0,048} мм;														
T08	Калибр-пробка 8133-0963 Н12 ГОСТ 14810-69														
O09	Ø10 ^{+0,036} мм;														
T10	Калибр-пробка 8133-0922 Н10 ГОСТ 14810-69														
P11															
12															
13															
OK		103													

								4	1
				НИ ТПУ	ИШНПТ - 1042.00.00.00				
				Фрезерная с ЧПУ					020
				Оборудование, устройство ЧПУ			Особые указания		
				Фрезерный станок с ЧПУ FPV 30G CNC Siemens 840D					
				Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра		
				N20G54 SUPA D0			N155 F175		
				N25G17 G21 G94 G90 G64			N210 LIMS=600		
				N40T1 D1			N160 MCALL Cycle81(10,-77.0,3.0,,9.503)		
				N55 LIMS=600			N165 X27.5 Y27.5		
				N50D1			N170 MCALL		
				N55M01			N175 Z25.0		
				N60 S833 M3			N180 Y-27.5		
				N65 G4 F4			N185 Z-74.0		
				N70 G0 G54 X-27.5 Y27.5			N190 F175		
				N75 Z25.0 M8			N195 MCALL Cycle81(10,-77.0,3.0,,9.503)		
				N80 Z-74.0			N200 X27.5 Y-27.5		
				N85 F175.			N205 MCALL		
				N90 MCALL Cycle81(10,-77.0,3.0,,9.503)			N210 Z25.0		
				N95X-27.5 Y27.5			N215Z150M9		
				N100MCALL			N220 X0 Y0 M5		
				N105 Z25.0			N235T2		
				N110 Y-27.5			N240 M6		
				N115 Z-74.0			N245 D2		
				N120 F175			N250 M01		
				N125 MCALL Cycle81(10,-77.0,3.0,,9.503)			N255 G94		
				N130 X-27.5 Y-27.5			N260 S1604 M3		
				N135 MCALL			N265 G4 F4		
				N140 Z25.0			N270 G0 G54 X-27.5 Y27.5		
				N145 X27.5 Y27.5			N275 Z25.0 M8		
				N150Z-74.0			N280 Z-74.0		
							Разраб.	Лазутин А.Ф	
							Консульт.	Анисимова М.А	
							Н. контр.	Анисимова М.А	
ККИ				104					

ИШНПТ - 1042.00.00.00

Кодирование информации, содержание кадра

Кодирование информации, содержание кадра

N290 MCALL Cycle83(10,-
77.0,3.0,,22.122,,5.3,0.8,,1.1,,2)

N445 D3

N295 X-27.5 Y27.5

N450 M01

N300 MCALL

N455 G94

N305 Z25.0

N460 S1378 M3

N310 Y-27.5

N465 G4 F4

N315 Z-74.0

N470 G0 G54 X-27.456 Y27.5

N320 F175

N475 Z25.0 M8

N325 MCALL Cycle83(10,-
77.0,3.0,,22.122,,5.3,0.8,,1.1,,2)

N480 Z-74.0

N330 X-27.5 Y-27.5

N485 G1 Z-82.0 F118

N335 MCALL

N490 X-27.603 Y27.647 F236

N340 Z25.0

N495 G3 X-27.75 Y27.5 I=AC(-27.603) J=AC(27.5)

N345 X27.5 Y27.5

N500 X-27.5 Y27.25 I=AC(-27.5) J=AC(27.5)

N350 Z-74.0

N505 X-27.25 Y27.5 I=AC(-27.5) J=AC(27.5)

N355 F175

N510 X-27.5 Y27.75 I=AC(-27.5) J=AC(27.5)

N360 MCALL Cycle83(10,-
77.0,3.0,,22.122,,5.3,0.8,,1.1,,2)

N515 X-27.75 Y27.5 I=AC(-27.5) J=AC(27.5)

N365 X27.5 Y27.5

N520 X-27.706 Y27.359 I=AC(-27.5) J=AC(27.5)

N370 MCALL

N525 X-27.585 Y27.295 I=AC(-27.585) J=AC(27.442)

N375 Z25.0

N530 X-27.502 Y27.321 I=AC(-27.585) J=AC(27.442)

N380 Y-27.5

N535 G1 X-27.464 Y27.525

N385 Z-74.0

N540 G0 Z25.0

N390 F175

N545 X-27.456 Y-27.5

N395 MCALL Cycle83(10,-
77.0,3.0,,22.122,,5.3,0.8,,1.1,,2)

N550 Z-74.0

N400 X27.5 Y-27.5

N555 G1 Z-82.0 F118

N405 MCALL

N560 X-27.603 Y-27.353 F236

N410 Z25.0

N565 G3 X-27.75 Y-27.5 I=AC(-27.603) J=AC(-27.5)

N415 Z150 M9

N570 X-27.5 Y-27.75 I=AC(-27.5) J=AC(-27.5)

N420 X0 Y0 M5

N575 X-27.25 Y-27.5 I=AC(-27.5) J=AC(-27.5)

N435 T3

N580 X-27.5 Y-27.25 I=AC(-27.5) J=AC(-27.5)

N440 M6

N585 X-27.75 Y-27.5 I=AC(-27.5) J=AC(-27.5)

ИШНПТ - 1042.00.00.00

Кодирование информации, содержание кадра

Кодирование информации, содержание кадра

N590 X-27.706 Y-27.641 I=AC(-27.5) J=AC(-27.5)

N730 X27.294 Y-27.641 I=AC(27.5) J=AC(-27.5)

N595 X-27.585 Y-27.705 I=AC(-27.585) J=AC(-27.558)

N735 X27.415 Y-27.705 I=AC(27.415) J=AC(-27.558)

N600 X-27.502 Y-27.679 I=AC(-27.585) J=AC(-27.558)

N740 X27.498 Y-27.679 I=AC(27.415) J=AC(-27.558)

N605 G1 X-27.464 Y-27.475

N745 G1 X27.536 Y-27.475

N610 G0 Z25.0

N750 G0 Z25.0

N615 X27.544 Y27.5

N755 Z150 M9

N620 Z-74.0

N760 X0 Y0 M5

N625 G1 Z-82.0 F118

N775 T4

N630 X27.397 Y27.647 F236

N780 M6

N635 G3 X27.25 Y27.5 I=AC(27.397) J=AC(27.5)

N785 D4

N640 X27.5 Y27.25 I=AC(27.5) J=AC(27.5)

N790 M01

N645 X27.75 Y27.5 I=AC(27.5) J=AC(27.5)

N795 G94

N650 X27.5 Y27.75 I=AC(27.5) J=AC(27.5)

N800 S261 M3

N655 X27.25 Y27.5 I=AC(27.5) J=AC(27.5)

N805 G4 F4

N660 X27.294 Y27.359 I=AC(27.5) J=AC(27.5)

N810 G0 G54 X61.25 Y-18.0

N665 X27.415 Y27.295 I=AC(27.415) J=AC(27.442)

N815 Z25.0 M8

N670 X27.498 Y27.321 I=AC(27.415) J=AC(27.442)

N820 Z-74.0

N675 G1 X27.536 Y27.525

N825 G1 Z-76.97 F75

N680 G0 Z25.0

N830 Y32.0 Z-81.196

N685 X27.544 Y-27.5

N835 Y-18.0 Z-85.421

N690 Z-74.0

N840 Y32.0 Z-89.647

N695 G1 Z-82.0 F118

N845 Y-18.0 Z-93.872

N700 X27.397 Y-27.353 F236

N850 Y32.0 Z-98.098

N705 G3 X27.25 Y-27.5 I=AC(27.397) J=AC(-27.5)

N855 Y-18.0 Z-102.323

N710 X27.5 Y-27.75 I=AC(27.5) J=AC(-27.5)

N860 Y32.0 Z-106.549

N715 X27.75 Y-27.5 I=AC(27.5) J=AC(-27.5)

N865 Y-18.0 Z-110.774

N420 X0 Y0 M5

N870 Y32.0 Z-115.0

N720 X27.5 Y-27.25 I=AC(27.5) J=AC(-27.5)

N875 Y-32.0 F149

N725 X27.25 Y-27.5 I=AC(27.5) J=AC(-27.5)

N880 G2 X53.562 Y-50.562 I=AC(35.0) J=AC(-32.0)

ИШНПТ - 1042.00.00.00

Кодирование информации, содержание кадра

Кодирование информации, содержание кадра

N885 G1 X50.562 Y-53.562

N1025 G2 X-52.678 Y49.678 I=AC(-35.0) J=AC(32.0)

N890 G2 X32.0 Y-61.25 I=AC(32.0) J=AC(-35.0)

N1030 G1 X-49.678 Y52.678

N895 G1 X-32.0

N1035 G2 X-32.0 Y60.0 I=AC(-32.0) J=AC(35.0)

N900 G2 X-50.562 Y-53.562 I=AC(-32.0) J=AC(-35.0)

N1040 G1 X32.0

N905 G1 X-53.562 Y-50.562

N1045 G2 X49.678 Y52.678 I=AC(32.0) J=AC(35.0)

N910 G2 X-61.25 Y-32.0 I=AC(-35.0) J=AC(-32.0)

N1050 G1 X52.678 Y49.678

N915 G1 Y32.0

N1055 G2 X60.0 Y32.0 I=AC(35.0) J=AC(32.0)

N920 G2 X-53.562 Y50.562 I=AC(-35.0) J=AC(32.0)

N1060 G1 Y23.272

N925 G1 X-50.562 Y53.562

N1065 G3 X60.316 Y20.34 I=AC(73.75) J=AC(23.272)

N930 G2 X-32.0 Y61.25 I=AC(-32.0) J=AC(35.0)

N1070 G1 X61.25 Y17.544

N935 G1 X32.0

N1075 G0 Z25.0

N940 G2 X50.562 Y53.562 I=AC(32.0) J=AC(35.0)

N1080 Z150 M9

N945 G1 X53.562 Y50.562

N1085 X0 Y0 M5

N950 G2 X61.25 Y32.0 I=AC(35.0) J=AC(32.0)

N1090 G54 SUPA D0

N955 G94

N1095 G75 FP=1 Y1=0 Z1=0

N960 G1

N1100 M30

N965 S314 F117

N1105%

N970 X60.316 Y29.203

N975 G3 X60.0 Y26.272 I=AC(73.75) J=AC(26.272)

N685 X27.544 Y-27.5

N980 G1 Y-32.0

N985 G2 X52.678 Y-49.678 I=AC(35.0) J=AC(-32.0)

N990 G1 X49.678 Y-52.678

N995 G2 X32.0 Y-60.0 I=AC(32.0) J=AC(-35.0)

N1000 G1 X-32.0

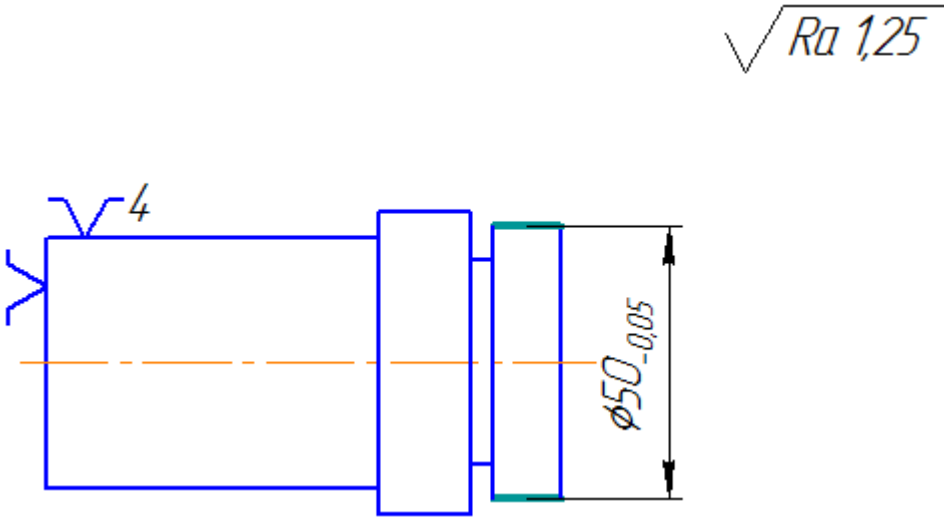
N1005 G2 X-49.678 Y-52.678 I=AC(-32.0) J=AC(-35.0)

N1010 G1 X-52.678 Y-49.678

N1015 G2 X-60.0 Y-32.0 I=AC(-35.0) J=AC(-32.0)

N1020 G1 Y32.0

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7		
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
													4	
Разраб.	Лазутин А.Ф			НИ ТПУ		ИШНПТ - 1042.00.00.00								
Провер.	Анисимова М.А													
Н.контр.	Анисимова М.А				Кулачок									035

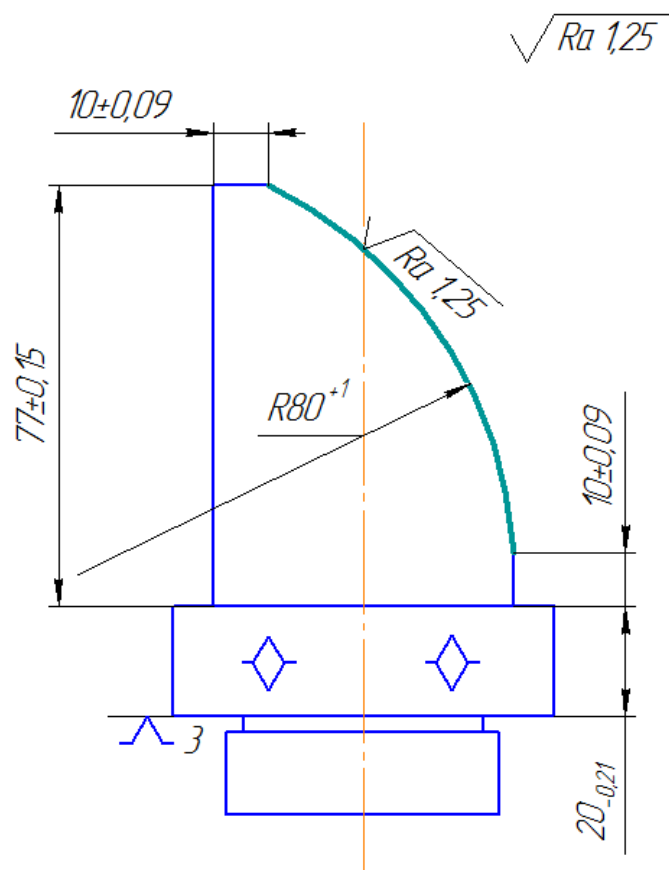


										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
													1	1		
Разраб.		Лазутин А.Ф		НИТПУ		ИШНПТ - 1042.00.00.00										
Пров.		Анисимова М.А														
Н. контр.		Анисимова М.А								Кулачок						035
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ	
Круглошлифовальная				Сталь 40Х ГОСТ 2590-88		179		кг	2,14	Прокат Ø95x125			9,9		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ						
Круглошлифовальный станок 3У10А						4,025	0,525	25	5,995							
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
O01	А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.															
O02	Базы: наружный диаметр и торец															
T03	Трехкулачковый патрон 7100-0010 ГОСТ 2675-80															
O04	1. Шлифовать наружный диаметр, выдерживая размеры: Ø50 _{-0,25} мм.															
T05	Круг шлифовальный 1 25 х 25 х 6 25А 25 СМ2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83															
T06	Набор образцов шероховатости 0,8-1,6 ШП ГОСТ 9378-93															
T07	Штангенциркуль ШЦ- I-125-0,05, ГОСТ 166-89															
P08	Ø50 70 0,5 2 0,5 223 35															
T09																
O10																
O11																
T12																
T13																
OK		109														

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
													1	1		
Разраб.		Лазутин А.Ф		НИТПУ		ИШНПТ - 1042.00.00.00										
Пров.		Анисимова М.А														
Н. контр.		Анисимова М.А								Кулачок						045
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ	
Контрольная				Сталь 40Х ГОСТ 2590-88		179		кг	2,14	Прокат Ø95x125			9,9		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ						
Стол контролера ГОСТ 19917-93						11,75	2									
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
O01	Контролировать размеры: Ø55,5 _{-0,3} мм, 3 ^{+0,1} мм, R80,5+1 мм, 70 _{-0,3} мм, 6±0,3 мм;															
T02	Штангенциркуль ШЦ- I-125-0,1, ГОСТ 166-89															
O03	77±0,15 мм, Ø92 _{-0,35} мм, 23±0,105 мм, Ø44 _{-0,25} мм, 115 _{-0,35} мм;															
T04	Штангенциркуль ШЦ- I-125-0,05, ГОСТ 166-89															
O05	Ø50,5 _{-0,12} мм; 15 _{-0,18} мм, 10,5±0,09 мм, 20 _{-0,21} мм;															
T06	Микрометр МК125-1 ГОСТ 6507-90															
O07	Ø5,3 ^{+0,048} мм;															
T08	Калибр-пробка 8133-0963 Н12 ГОСТ 14810-69															
O09	Ø10 ^{+0,036} мм;															
T10	Калибр-пробка 8133-0922 Н10 ГОСТ 14810-69															
O11	Контролировать шероховатость: Ra 1,25															
T12	Набор образцов шероховатости 0,8-1,6 ШП ГОСТ 9378-93															
13																
OK		111														

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

												5	
Разраб.	Лазутин А.Ф			НИ ТПУ		ИШНПТ - 1042.00.00.00							
Провер.	Анисимова М.А												
					Кулачок								050
Н.контр.	Анисимова М.А												

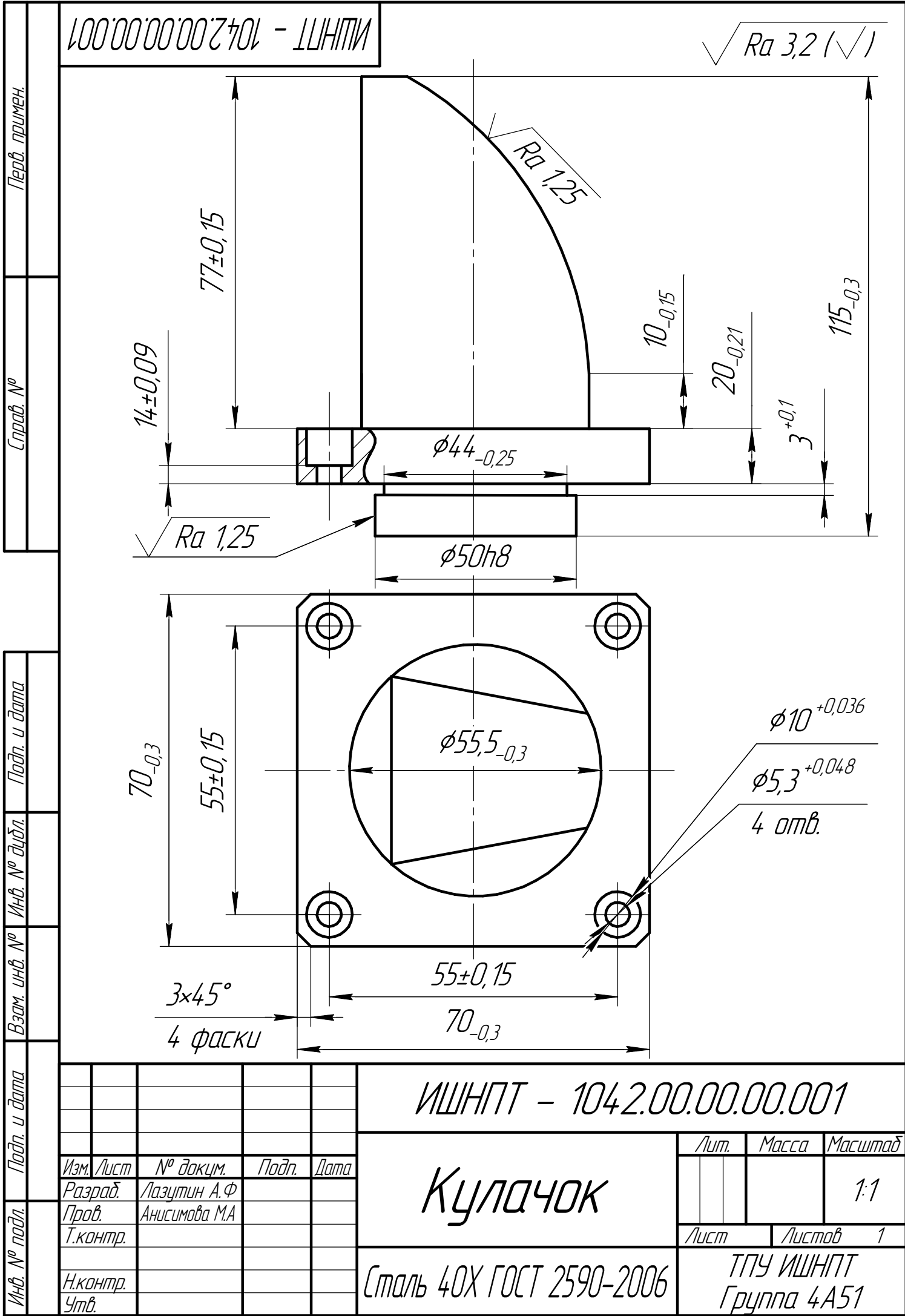


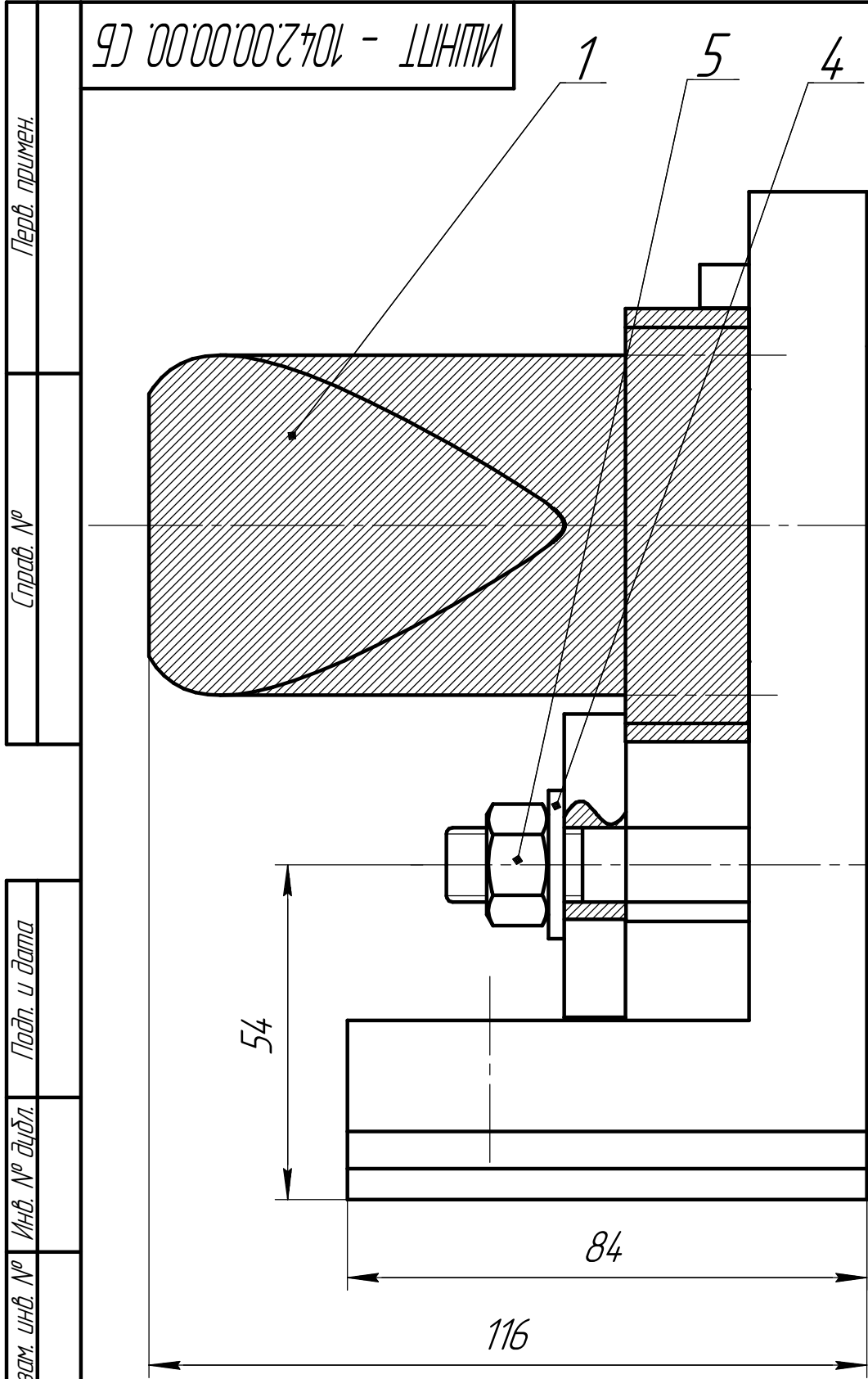
										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
													1	1		
Разраб.		Лазутин А.Ф		НИТПУ		ИШНПТ - 1042.00.00.00										
Пров.		Анисимова М.А														
Н. контр.		Анисимова М.А								Кулачок						050
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ	
Профилешлифовальная				Сталь 40Х ГОСТ 2590-88		179		кг	2,14	Прокат Ø95x125			9,9		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ					
Оптический профилешлифовальный станок 395М						3,37	0,5		28	4,41						
Р				ПИ	D или B		L		t	i	S	n	V			
O01	А. Установить заготовку приспособление.															
O02	Базы: поверхность и торец фланца.															
T03	Приспособление															
O04	1. Шлифовать поверхность согласно эскизу.															
T05	Круг шлифовальный 1 125 х 25 х 32 25А 25 С2 10 М15 30 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83															
T06	Набор образцов шероховатости 0,8-1,6 ШП ГОСТ 9378-93															
P07	R80 67 0,25 2 0,5 120 30															
T08																
P09																
O10																
O11																
T12																
T13																
OK		113														

[illegible]

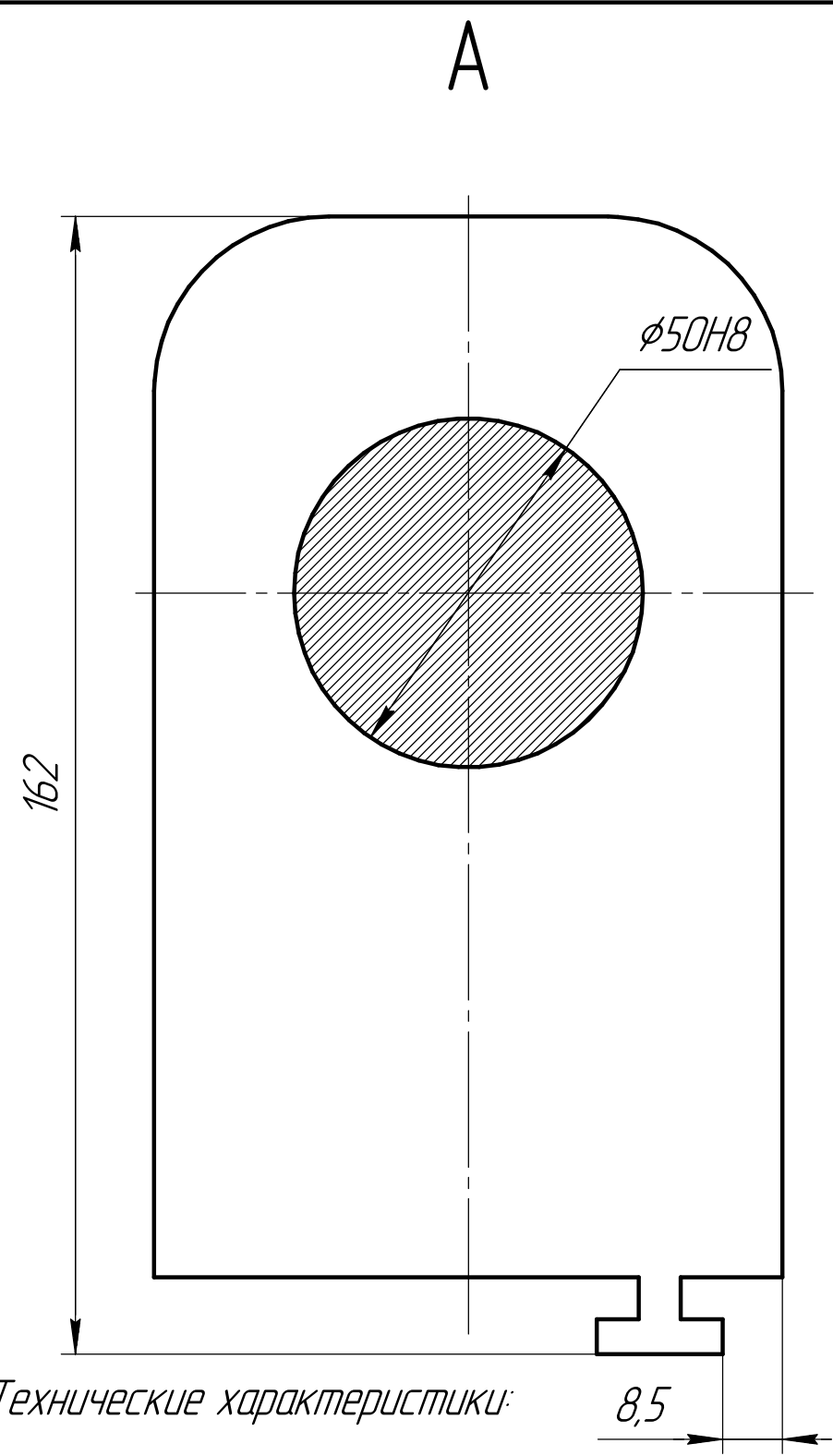
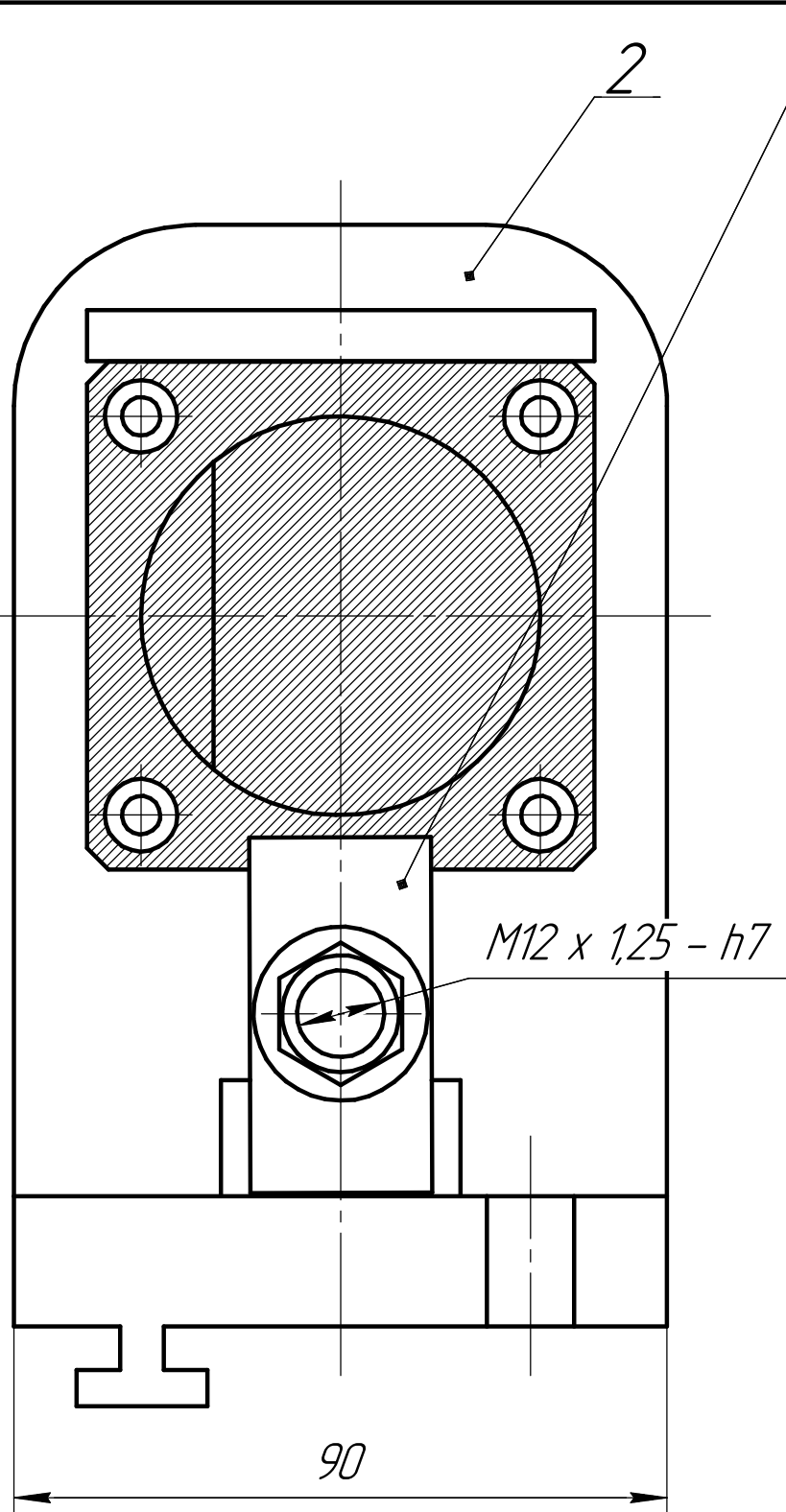
										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
													1	1		
Разраб.		Лазутин А.Ф						НИТПУ		ИШНПТ - 1042.00.00.00						
Пров.		Анисимова М.А														
Н. контр.		Анисимова М.А						Кулачок						060		
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Контрольная				Сталь 40Х ГОСТ 2590-88				179		кг	2,14	Прокат Ø95x125			9,9	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				To	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Стол контролера ГОСТ 19917-93								11,75	2							
Р				ПИ		D или B		L		t	i	S	n	V		
O01	Контролировать размеры: Ø55,5 _{-0,3} мм, 3 ^{+0,1} мм, R80+1 мм, 70 _{-0,3} мм, 6±0,3 мм;															
T02	Штангенциркуль ШЦ- I-125-0,1, ГОСТ 166-89															
O03	77±0,15 мм, Ø92 _{-0,35} мм, 23±0,105 мм, Ø44 _{-0,25} мм, 115 _{-0,35} мм;															
T04	Штангенциркуль ШЦ- I-125-0,05, ГОСТ 166-89															
O05	Ø50,5 _{-0,12} мм; 15 _{-0,18} мм, 10±0,09 мм, 20 _{-0,21} мм;															
T06	Микрометр МК125-1 ГОСТ 6507-90															
O07	Ø5,3 ^{+0,048} мм;															
T08	Калибр-пробка 8133-0963 Н12 ГОСТ 14810-69															
O09	Ø10 ^{+0,036} мм;															
T10	Калибр-пробка 8133-0922 Н10 ГОСТ 14810-69															
O11	Контролировать шероховатость: Ra 1,25															
T12	Набор образцов шероховатости 0,8-1,6 ШП ГОСТ 9378-93															
13																
OK		115														

[illegible]





A



1. Наибольшая длина 84 мм;
2. Наибольшая ширина 90 мм;
3. Наибольшая высота 162 мм.

Технические характеристики:

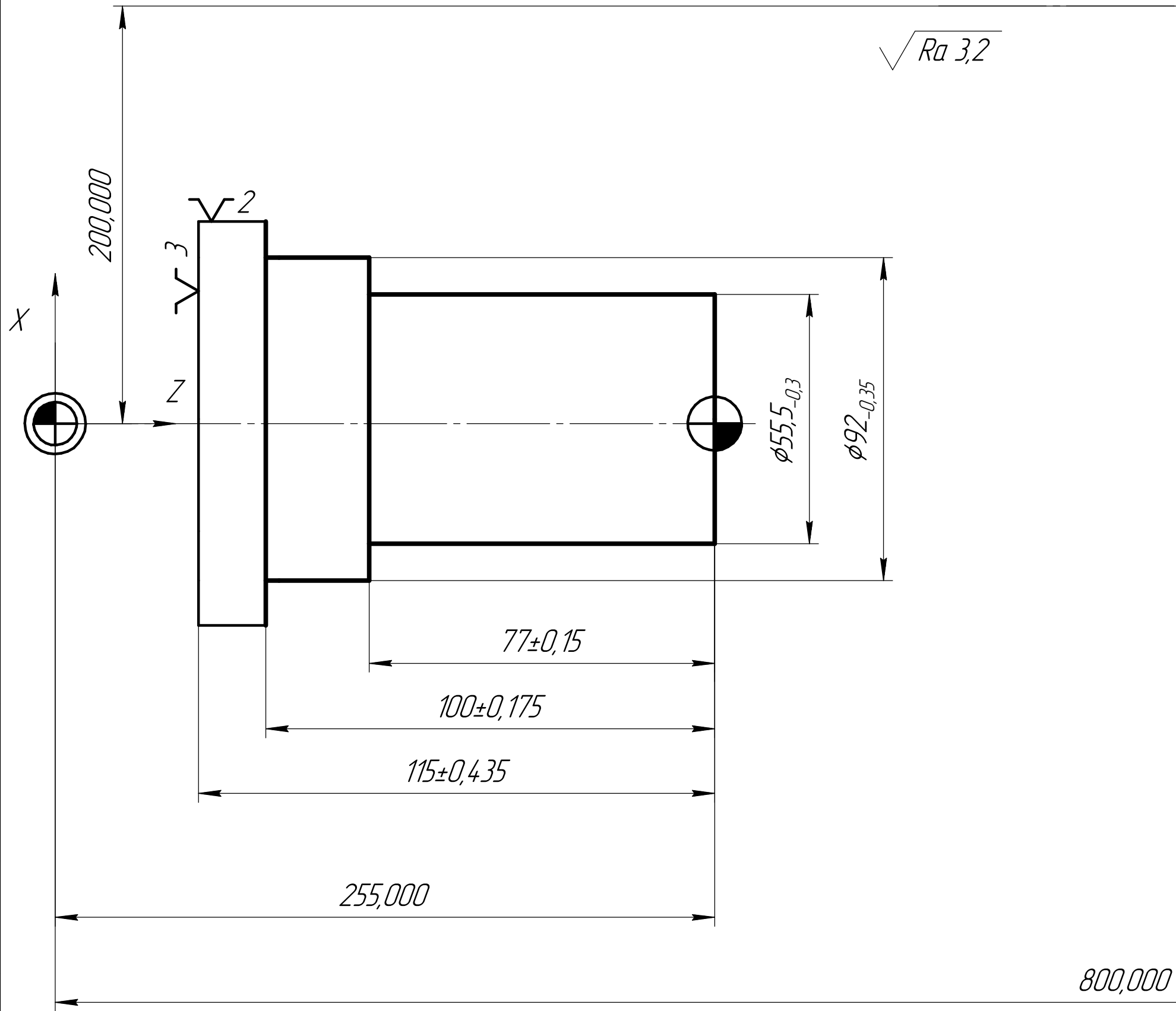
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ - 1042.00.00.00. СБ			
Разраб.	Лазутин А.Ф.				Приспособление			
Пров.	Анисимова М.А.							
Т.контр.					Лист 1			
Н.контр.					ТПУ ИШНПТ			
Утв.					Группа 4А51			

Копировал

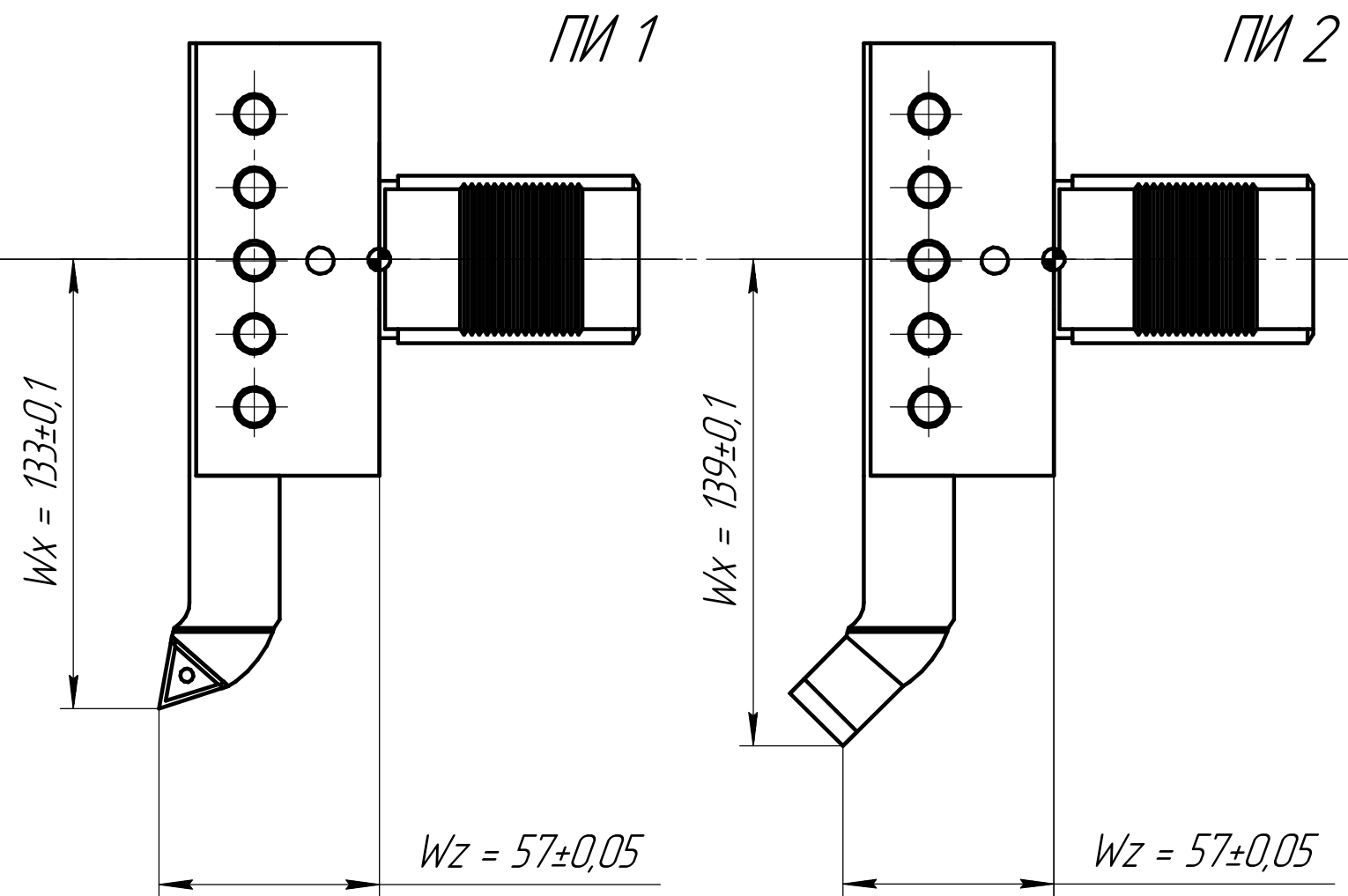
Формат А3

ИШНПТ - 104.2.00.00.00.001

Установ А



- Нуль станка
- Нуль детали
- Нуль инструмента

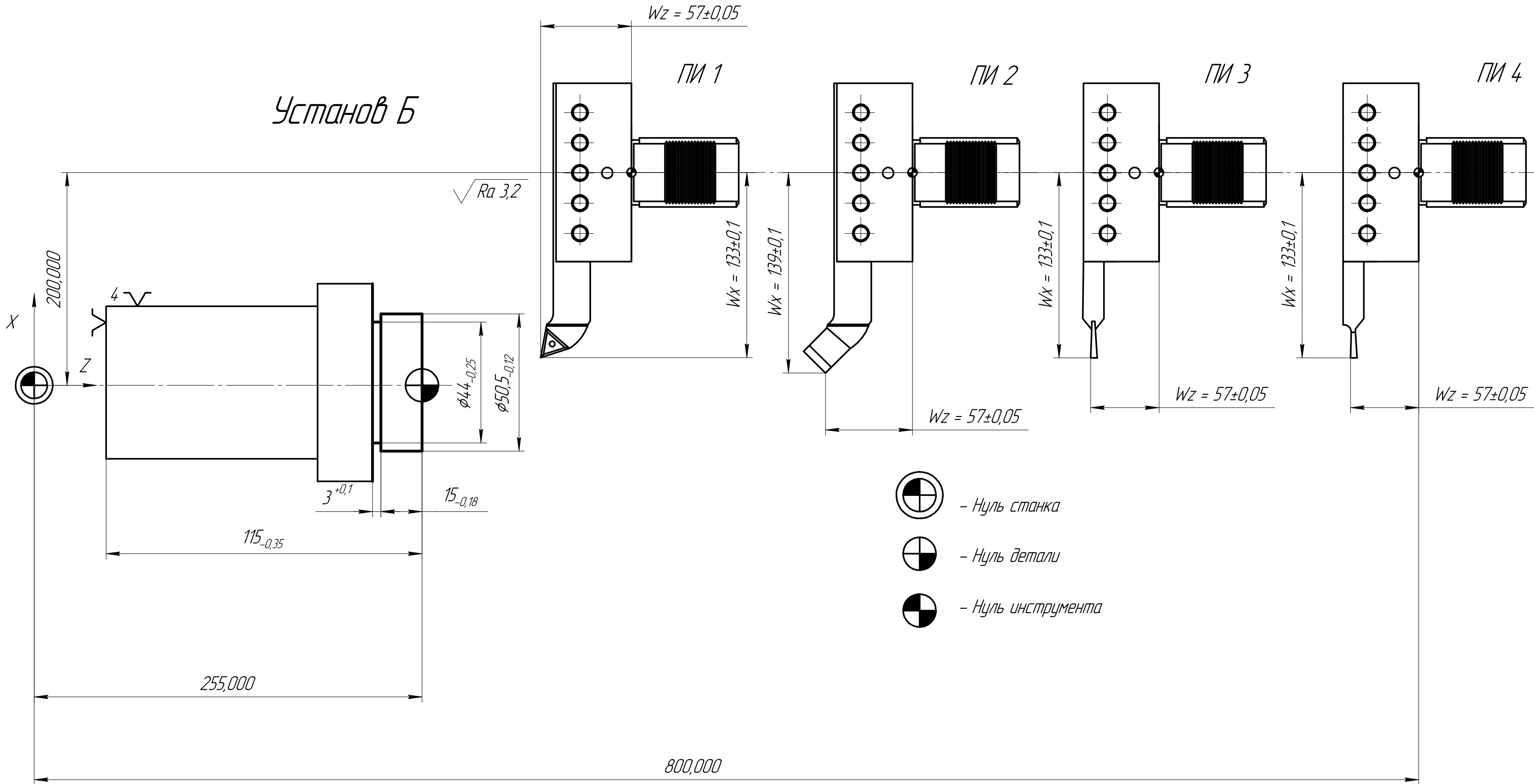


ИШНПТ - 104.2.00.00.00.001					Лит.			Масса	Масштаб
Карта наладки для токарной операции					1:1				
					Лист			Листов	1
					ТПУ ИШНПТ			Группа 4А51	
					Копировал			Формат А2	

Сред. №	Перв. примен.
---------	---------------

Инд. № подл.	Инд. № дубл.	Взам. инд. №	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------

Установ Б

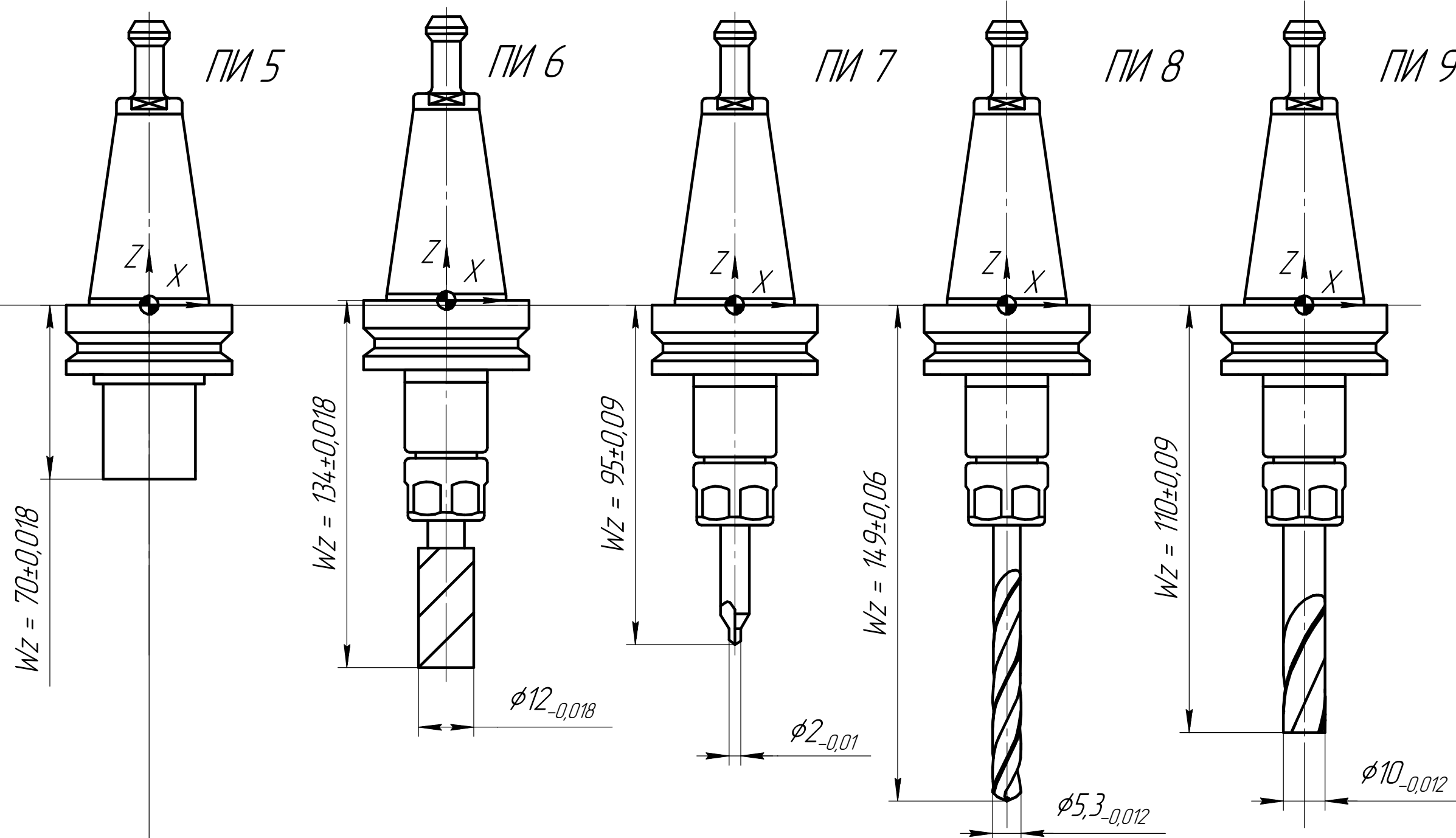
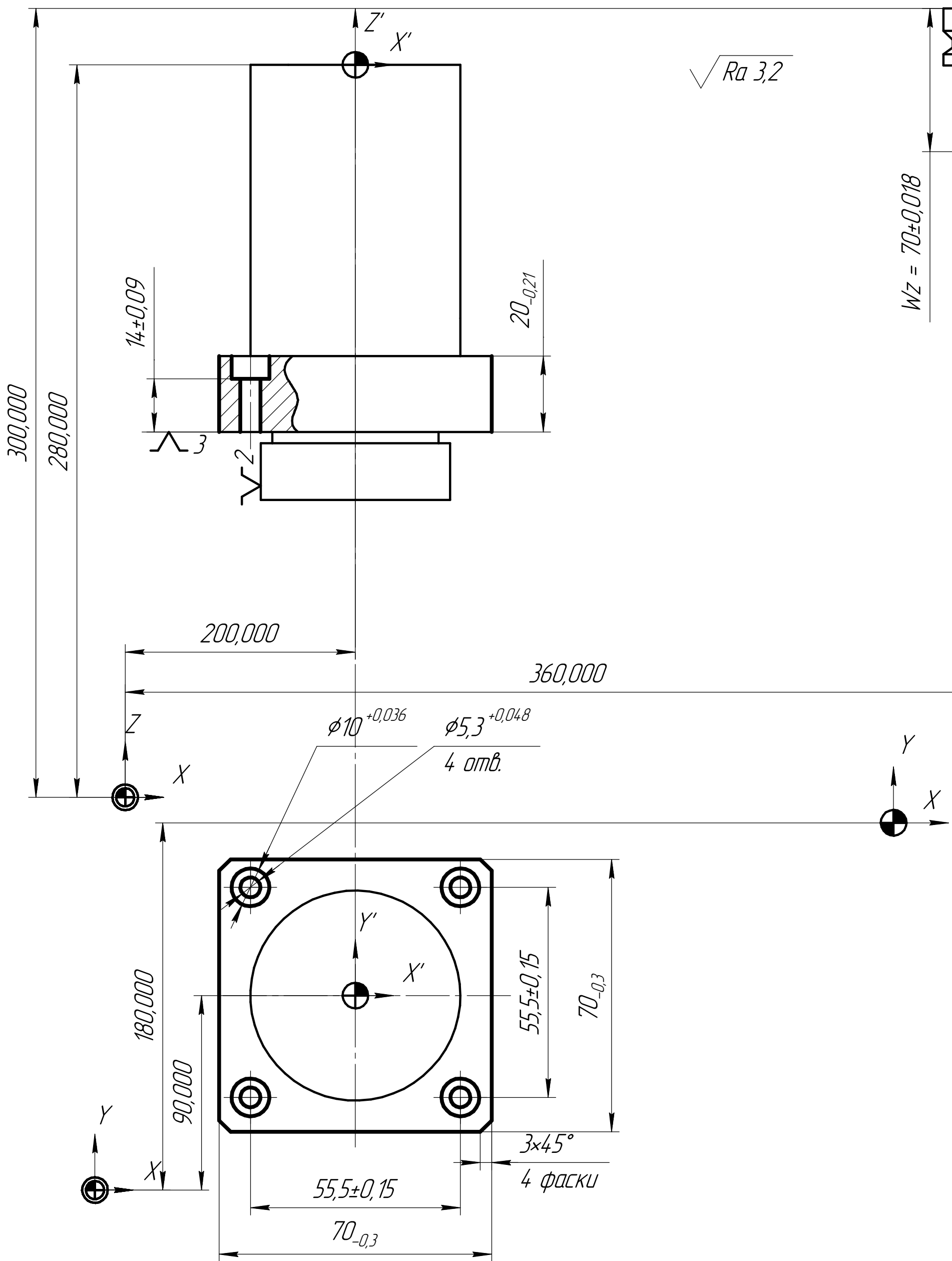


					ИШНПТ - 1042.00.00.00.002				
					Карта наладки для токарной операции	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					1:1
Разраб.		Лазутин А.Ф.							
Пров.		Анисимова М.А.							
Т.контр.						Лист	Листов		1
Н.контр.					Сталь 40Х ГОСТ 2590-2006	ТПУ ИШНПТ			
Утв.						Группа 4А51			
					Копировал	Формат А2			

Перв. примен.
Справ. №

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

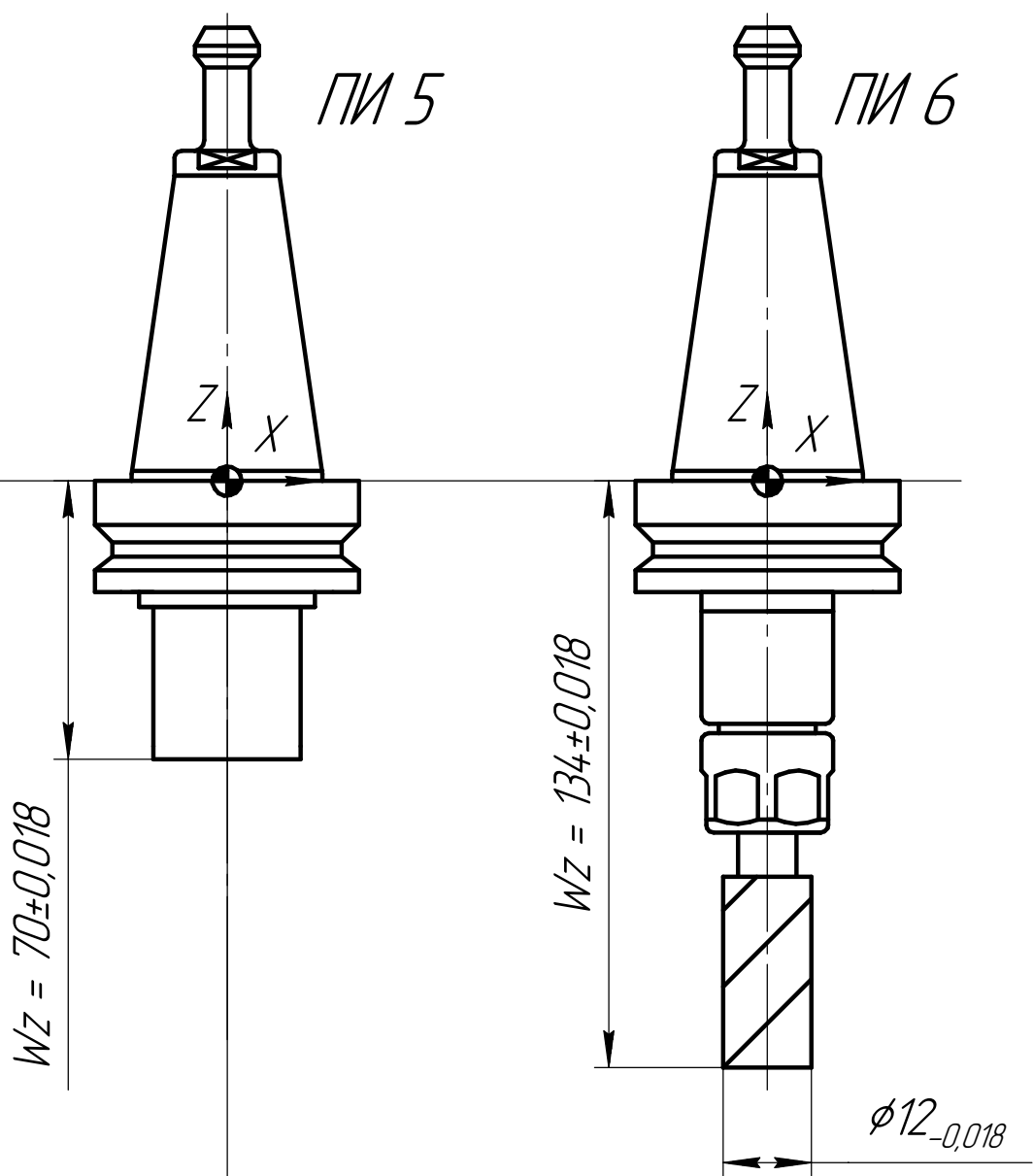
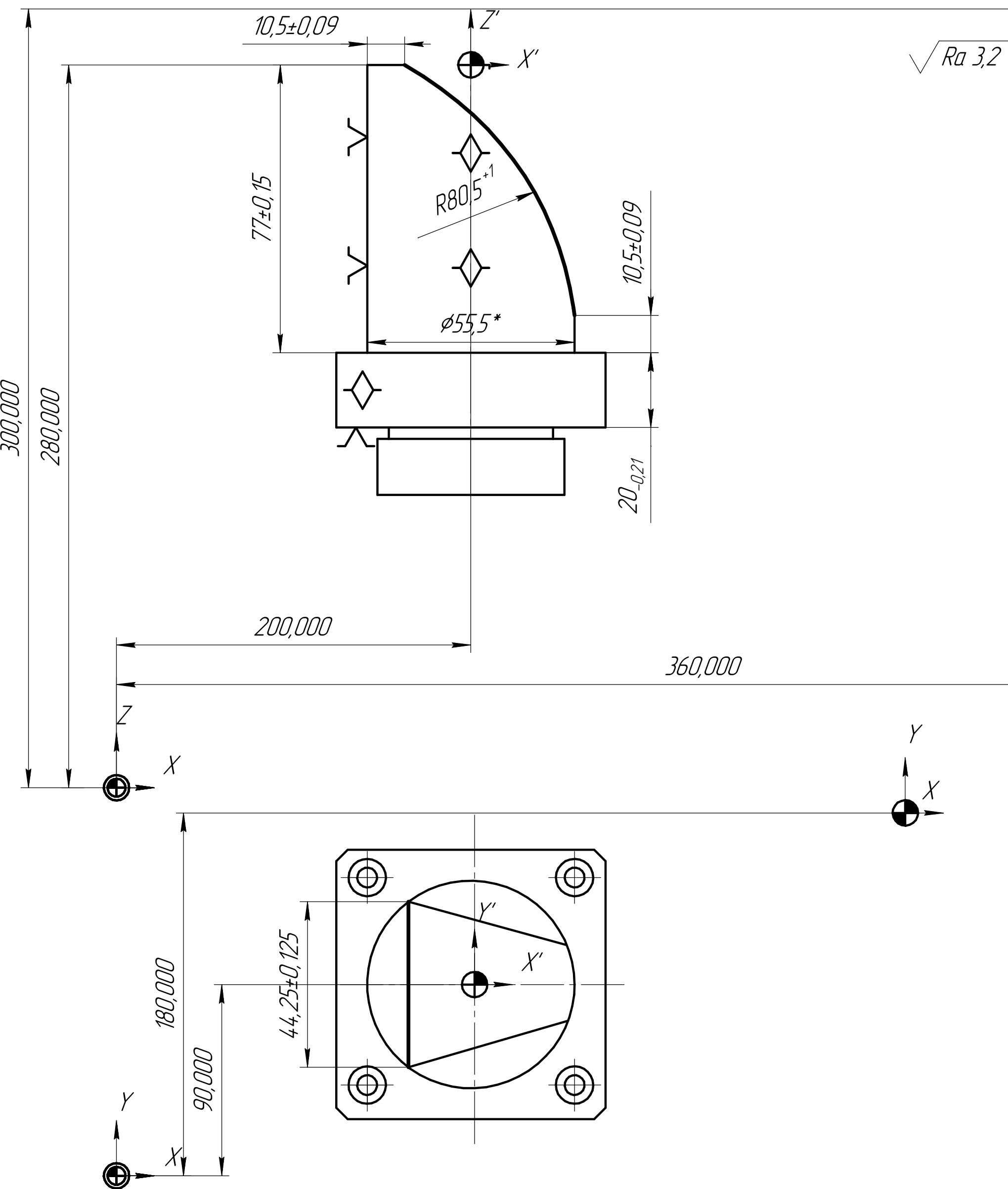
Установ А



- ⊕ - Ноль станка
- ⊕ - Ноль детали
- ⊕ - Ноль инструмента
- ⊕ - Ноль программы

ИШНПТ - 1042.00.00.00.003				Лист			Масса			Масштаб		
Карта наладки для фрезерной операции										1:1		
Сталь 40Х ГОСТ 2590-2006				Лист			Листов			1		
ТПУ ИШНПТ Группа 4А51												
Копировал										Формат А2		

Установ Б



- ⊕ - Ноль станка
- ⊕ - Ноль детали
- ⊕ - Ноль инструмента
- ⊕ - Ноль программы

ИШНПТ - 1042.00.00.00.004						
Карта наладки для фрезерной операции				Лист	Масса	Масштаб
						1:1
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист 1		
Разраб.	Лазутин А.Ф.					
Пров.	Анисимова М.А.					
Т.контр.						
Н.контр.				Сталь 40Х ГОСТ 2590-2006		
Утв.				ТПУ ИШНПТ Группа 4А51		
Копировал				Формат А2		